# Die Physiologie des Geruchs

von

**Dr. H. Zwaardemaker**
Stabsarzt-Docent in Utrecht

Nach dem Manuscript übersetzt von Dr. A. Junker von Langegg

Mit 28 Figuren im Text

Leipzig
Verlag von Wilhelm Engelmann
1895.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

# Inhalt.

# Vorwort.

Als der Übersetzer dieser Blätter mich aufforderte, meine Ansichten über die Physiologie des Geruches aus den bereits vorliegenden Notizen, Vorträgen und holländisch erschienenen kleinen Schriften zu sammeln und zu einem Ganzen zu vereinigen, zögerte ich lange. Nur zu sehr war ich mir bewusst, nur Unvollkommenes bringen zu können, und gerne hätte ich noch einige Jahre weiter geforscht, bevor ich mich entschloss, dieses Buch der Öffentlichkeit zu übergeben. Jedoch mein klinischer Arbeitskreis breitet sich aus, er stellt den rein physiologischen Untersuchungen oft ein unüberwindliches Hindernis entgegen, und so erschien es angezeigt, schon jetzt die neu gewonnenen und die alten, neu bestätigten, Thatsachen auf diesem Gebiete von einem einheitlichen Standpunkte aus zu bearbeiten. Die so entstandene Physiologie des Geruchs wird manches enthalten, was auch wohlwollende Beurteiler einer strengen Kritik zu unterziehen genötigt sind. Vielleicht aber wird sie eine leichtere Übersicht ermöglichen, als die bis jetzt erschienenen Schriften.

Während der siebenjährigen Forschung, welche voranging, hatte ich mich willkommener Unterstützung von den verschiedensten Seiten zu erfreuen. Den Herren Proff. Dr. W. H. Julius, J. D. v. d. Plaats, L. J. v. d. Harst, H. Wefers Bettink bin ich besonders verpflichtet. Mehr noch verdanke ich meinen Lehrern Prof. C. H. Kuhn und Th. Place und Herrn Prof. Th. W. Engelmann, der die Fortführung

meiner Untersuchung förderte durch das stete Interesse, welches er an derselben nahm, durch seinen immer bereiten, trefflichen Rat, zumal im letzten Stadium der Arbeit, als die Thatsachen und die aus ihnen hervorgewachsene Hypothese literarisch geordnet werden sollten.

Möge man in der vorliegenden Arbeit die Anregung finden, sich diesem anziehenden Gebiete zu widmen, welches noch reiche Ernte überraschender Thatsachen und Hypothesen von großer Tragweite verspricht.

Utrecht, März 1895.

**H. Zwaardemaker** Cz.

# I. Einleitung.

Vermöchte der Mensch sich in den Gedankenkreis eines osmatischen Säugetiers zu versetzen, so würde er ohne Zweifel Vorstellungen ganz anderer Art begegnen als jenen, in welchen sein eignes Denken sich bewegt. Unsere zusammengesetzten Gesichtsvorstellungen, so ungemein plastisch infolge des binoculären Sehens, die verwickelten Klangvorstellungen, worin uns die Macht der Sprache fühlbar wird, sie mangeln den Tieren fast gänzlich, und an deren Stelle tritt eine wunderbare Welt von Geruchsvorstellungen, reichhaltiger und vielfältiger, als wir sie zu bilden im Stande sind. Sie beherrschen die Tierseele vermutlich in derselben Weise, wie uns die durch Auge und Ohr vermittelten Eindrücke[1]. Und kein Wunder, denn sie sind innig mit den zwei, für das Tier wichtigsten, vitalen Forderungen verbunden: der Ernährung und dem Geschlechtstrieb.

Dass der Geruch in der That von so hoher Bedeutung im Seelenleben der bei weitem größeren Mehrzahl der Säugetiere sei, erhellt mit Sicherheit aus der vergleichenden Anatomie und Physiologie, namentlich aus der mächtigen räumlichen Entwicklung des ihm im Centralnervenorgane zugewiesenen Bezirks. Der Bulbus und der Tractus olfactorius bilden einen besonderen Riechlappen; der Gyrus Hippocampi und das Ammonshorn zeigen eine reichliche Entfaltung. Im Vergleiche mit einer solchen Formentwicklung ist unser Riechapparat nur ein rudimentäres Organ. Ist das Centrum klein, gleiches ist der Fall mit dem winzigen peripherischen Apparat, welcher von dem kleinen, schmalen, verkürzten menschlichen Siebbein umschlossen wird.

Es lässt sich nicht verkennen, dass, indem die infolge der aufrechten Haltung frei gewordenen vorderen Gliedmaßen zu mannigfaltig dienstbaren Werkzeugen sich umgestalteten, indem die Entwicklung der Sprache eine außerordentliche Oberflächenvergrößerung des Großhirns erforderte und

---

[1]) Eine ähnliche Ansicht soll schon vor langem Buffon ausgesprochen haben. In neuerer Zeit hat sie durch die schönen vergleichend-anatomischen Untersuchungen Edinger's auch für die niederen Wirbeltiere Geltung bekommen.

dementsprechend die Hirnlappen sich mehr und mehr ausbildeten, der Umfang des Olfactoriuscentrums sich verkleinerte. Auge und Ohr wurden zu Hauptsinneswerkzeugen; der Geruchssinn trat zurück und ist nur deshalb noch von Wichtigkeit für die Physiologie des Menschen, weil bei keinem anderen Sinnesorgan die Empfindung in so enger Beziehung zu der Art des Stoffes steht, welcher den Reiz hervorbringt.

Unser Sinnesorgan befindet sich also im Zustande der Rückbildung. Was ist nun beim Menschen übrig geblieben? Die anatomischen Handbücher bieten uns seit langem sehr genaue Beschreibungen, jedoch erst die Arbeiten Schwalbe's[1]), Zuckerkandl's[2]) und Seydel's[3]) brachten die erwünschte tiefere Einsicht durch Hinweise auf den Zusammenhang, welcher die gegenwärtige rudimentäre Form des menschlichen Riechorgans mit dem früheren hochentwickelten Zustande desselben verknüpft.

Die Verkümmerung betrifft, wie erwähnt, sowohl den centralen als den peripherischen Teil. Über den ersteren können wir uns hier sehr kurz fassen, nicht weil dessen eingehenderes Studium unwichtig wäre, sondern weil unsere Kenntnisse über die Physiologie des Riechcentrums noch so gering sind, dass von einer besonderen Behandlung kaum die Rede sein kann. Es sei daher hier nur im Vorübergehen bemerkt, dass nach Zuckerkandl's[4]) sorgfältigen Forschungen der corticale Teil aus folgenden Teilen besteht: 1. dem Bulbus und Tractus olfactorius, 2. dem Tuberculum olfactorium und der Lamina perforata anterior, 3. dem Gyrus fornicatus (mit Ausnahme eines über dem Corpus callosum gelegenen Teiles), und 4. dem Cornu Ammonis mit der Fascia dentata.

Der Bulbus und Tractus bilden zusammen den Lobus olfactorius der Säugetiere. Von diesen sollte nach mehreren Schriftstellern[5]) wenigstens der Bulbus als das Analogon der Netzhaut des Auges aufgefasst werden. Diese Ansicht wird jedenfalls durch die neueren, nach Golgi's Methode angestellten Untersuchungen in so weit bestätigt, als wirklich der Riechkolben die erste Haltstelle in der von der Peripherie zum Centrum führenden Nervenbahn ist. Die Olfactoriusfasern gehen unmittelbar in die bekannten »Glomeruli« über und zeigen in diesen reichliche Verästelungen, mit welchen auch der Ausläufer einer »Mitralzelle« zusammenhängt.

---

1) Schwalbe, Schriften der phys.-ökon. Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. XXIII. 1882. 1. Abteilung. Sitzungsbericht S. 1.

2) E. Zuckerkandl, Das periphere Geruchsorgan der Säugetiere. Stuttgart 1887.

3) O. Seydel, Über die Nasenhöhle der höheren Säugetiere und des Menschen. Inauguraldissertation. 1891. Siehe auch Morph. Jahrb. XVII. Band.

4) E. Zuckerkandl, Über das Riechcentrum. Stuttgart 1887, und: Anatomie der Nasenhöhle. 2. Aufl. Bd. I. S. 167. Wien 1893.

5) Meynert in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. II. S. 716. Ferner kürzlich in: H. Obersteiner, Anleitung zum Studium des Baues der Nerven-Centralorgane. Wien 1888.

Man muss sich also die centripetale Bahn nach einer solchen »Mitralzelle« fortgesetzt vorstellen, von welcher wieder ein Achsencylinderfortsatz seinen Ursprung nimmt[1]).

Die echt centralen Windungen und Bahnen sind bei Tieren mit hoch differenzierten Riechorganen kräftig entwickelt, beim Menschen und Affen hingegen sind sie bedeutend reduciert. So bildet z. B. bei letzteren der Gyrus Hippocampi niemals einen besonderen Hirnlappen, der die anderen Temporalwindungen weit übertrifft, sondern wird anstatt dessen zur letzten Temporalwindung, welche an der Knickungsstelle durch Atrophie des Verbindungsstückes als sogenannter Uncus umbiegt. In geringerem Maße, jedoch nicht weniger deutlich, ist auch der vordere Teil des Lobus corporis callosi in der Entwicklung zurückgeblieben, während schließlich der rudimentäre Charakter des Riechkolbens und seiner Wurzeln selbst bei oberflächlicher Betrachtung augenfällig ist.

Ebenso unzweifelhaft als die Rückbildung des centralen Apparats ist auch die geringere Entwicklung des peripherischen, und wir werden letzteren etwas eingehender behandeln müssen, da dessen anatomischer Bau die Grundlage ist, worauf wir später unsere Vorstellungen über den Mechanismus des Riechens stützen werden.

Im Allgemeinen lassen sich die Säugetiere nach einer Modification, welche Turner[2]) in der bekannten Broca'schen Classification angebracht hat, in makrosmatische, mikrosmatische und anosmatische ein-

---

1) Mit Rücksicht auf die vorerwähnte Analogie ist es wichtig, die Wurzeln des Riechlappens zu verfolgen. Es werden, wie bekannt, deren vier beschrieben: eine äußere Wurzel, die nach dem Lobus Hippocampi führt; eine innere nach dem Frontalende des Lobus corporis callosi; eine mittlere (oder Lamina perforata anterior), welche unmittelbar auf dem Corpus striatum liegt; und endlich eine obere, welche in den Stirnlappen ausstrahlt. Über noch zwei andere Verbindungen vergleiche man S. 180 der 2. Auflage von Zuckerkandl's Anatomie der Nasenhöhle. Die zwei erstgenannten Wurzeln schließen den großen Gyrus fornicatus zu jenem merkwürdigen Ring, welcher gewiss den umfangreichsten Teil des cerebralen Riechapparats bildet.

Beschäftigen wir uns für den Augenblick nur mit der dritten Wurzel. Dieselbe ist eine sogenannte graue Wurzel, weil deren Oberfläche mit grauer Substanz überdeckt ist. Unter dieser liegen die weißen Fasern, welche aus dem Lobus olfactorius kommend nach rückwärts zu den Hirnstielen ziehen. Ein Teil der Fasern weicht nach der vordern Commissur ab und vermittelt nach den Ergebnissen der vergleichenden Anatomie eine Verbindung zwischen beiden Riechkolben. Auf Grund dieses Verhaltens führt Meynert (l. c. S. 723) die Analogie zwischen Riechkolben und Netzhaut weiter aus, indem er auf das Bestehen eines Chiasma hinweist. Wie ich bereits in einer frühern Publication (3. Congress Niederländischer Naturforscher und Aerzte 1891) darzulegen versucht habe, wird diese Annahme durch die pathologische Anatomie unzweifelhaft gestützt.

2) Wm. Turner, X. Internat. Med. Congress. Berlin 1890. 1. Abteilung. S. 9.

teilen. Der Mensch gehört zur zweiten Gruppe und steht daher keineswegs olfactologisch zuletzt in der Reihe der Säugetiere. Die Umgestaltung des makrosmatischen zum mikrosmatischen Nasenskelet scheint folgendermaßen stattgefunden zu haben.

Ursprünglich gingen von der Lamina cribrosa des Siebbeins fünf »Riechwülste« aus, die sich im typischen Falle in fünf Ethmoidalmuscheln umbildeten. Zuckerkandl[1]) brachte die verschiedenen zusammengesetzten Formen, in welchen sie auftreten können, auf einige Grundformen zurück. Für unseren Zweck genüge es, hier nur eine Eigenschaft zu erwähnen, welche allen Formen gemeinsam ist, nämlich die, dass zwischen den gewundenen oder ästigen Muscheln nichts als enge Spalten übrig bleiben. Merkwürdig ist aber, dass dieser ganze Apparat, welcher als Regio olfactoria betrachtet werden kann, nach unten durch eine horizontale Knochenplatte abgeschlossen ist. Er liegt also gleichsam in einer Nische des großen Atemwegs, eine Bemerkung, welche vor langem bereits von Carpenter in Todd's Encyclopädie[2]) gemacht wurde. Der Zugang zu dieser Nische befindet sich vorne unten. Bei vielen makrosmatischen Säugetieren ist der Raum, welchen sie darbietet, zu gering für eine reichliche Entfaltung der Riechschleimhaut, in welchem Falle die Höhlen im Stirn- und im Keilbein zu Hilfe gezogen werden, nämlich die Frontal- und Sphenoidalsinus, welche beim Menschen leer, bei den Makrosmaten hingegen mit Muscheln angefüllt sind. So liegen z. B. die hintersten Ethmoidalmuscheln meistens im Sinus sphenoidalis. Der Frontalsinus besitzt sogar eigene Riechwülste, d. h. Muscheln, die zwar an der Lamina cribrosa entspringen, jedoch an den Wänden des Sinus festhaften[3]).

Der am meisten nach vorn gelegene dieser Riechwülste der sogenannten medialen Reihe zeigt manchmal eine höchst merkwürdige Ausbildung. Wo er vollständig entwickelt ist, trägt er einen besonderen Namen »Os nasoturbinale« und reicht nicht selten bis zum Nasenloch, die compliciertesten Formen annehmend. Beim Menschen nun ist in erster Linie das Os nasoturbinale fast ganz verschwunden und nur der Agger nasi Schwalbe's und der Processus uncinatus Zuckerkandl's bewahren eine schwache Erinnerung an diesen so mächtigen Riechwulst der Makrosmaten. Auch der zweite und dritte sind stark reduciert. Sie sind zu unserer Concha media zusammengeschmolzen. Wenigstens geht

---

1) E. Zuckerkandl, Das periphere Geruchsorgan der Säugetiere. Stuttgart 1887.

2) »Oder es dürfte vielleicht richtiger sein, diese als Divertikel am Anfange des Atemsystems zu bezeichnen.« (»Or perhaps it would be more correct to speak of it as a diverticle from the commencement of the respiratory tube.«) Artikel »Geruch« (Smell).

3) Seydel l. c. S. 15.

darauf die Vorstellung hinaus, welche Schwalbe[1]) und Zuckerkandl[2]) sich gebildet haben. Seydel[3]) vertritt eine andere Auffassung. Gestützt auf Untersuchungen an Affen und Halbaffen hält er unsere Concha media für homolog mit dem zweiten Riechwulst, unserer Concha superior mit dem dritten Riechwulst, während, wo eine Concha Santoriniana vorkommt, dieselbe dem vierten Riechwulst entsprechen würde. Nach der älteren Ansicht wäre aber unsere obere Muschel der Repräsentant der beiden hintersten, dem Keilbein zunächst gelegenen Riechwülste. Wie dem auch sei, in jedem Falle finden wir beim Menschen also eine Verminderung der Zahl der Muscheln. Dazu kommt, dass jede Muschel für sich eine äußerst einfache Gestalt angenommen hat. Von den beiden typischen Einrollungen ist nur die untere übrig geblieben.

Außer der medialen Reihe kommt noch eine Nebenreihe vor, welche Zuckerkandl die laterale nennt. Von ihr ist beim Menschen kein anderes Rudiment vorhanden als die Bulla ethmoidalis, jene von Zuckerkandl entdeckte blasenförmige Auftreibung, welche sich unter der mittleren Muschel verbirgt. Die Siebbeinzellen wurden früher von Zuckerkandl auch von den lateralen Muscheln abgeleitet, er ist jedoch in seinem letzten Werke davon zurückgekommen[4]), nachdem Seydel ihre Bildung von den zwischen den Rudimenten der Muscheln übrig gebliebenen Spalten hergeleitet hat. Dies ist denn auch die Ursache, dass ebenso viele untereinander communicierende Reihen vorkommen, als Spalten vorhanden sind[5]).

Nebst der Zahl und Form verändert sich auch die Richtung der Nasenmuscheln. Hauptsächlich ist dies die Folge davon, dass die Lamina cribrosa sich mehr horizontal stellt, im Zusammenhange mit dem Auftreten der Knickung zwischen dem hinteren und vorderen Keilbeinkörper und der Entwicklung des Großhirns. Anstatt schräge nach vorn, kommen demzufolge die Muscheln senkrecht nach unten zu stehen. Man findet hiervon Beispiele bei den Affen. Ist einmal diese Richtung angenommen, so hat die Vereinfachung der Muschelformen die übrigen Veränderungen zur Folge.

Das Os nasoturbinale und die Riechmuscheln, welche wir bislang besprochen, sind echte Riechwülste und, bei den Osmaten wenigstens in ihrem hinteren Teil, von gelbpigmentierter Sinnesschleimhaut bekleidet, während der vordere und allerdings größte Teil, welcher zugleich die meist zusammengesetzten Formen zeigt, das gewöhnliche Flimmer-

---

1) Schwalbe l. c. Sitzungsbericht S. 4.
2) Zuckerkandl, Anatomie der Nasenhöhle. 2. Aufl. I. Bd. Wien 1893. S. 69.
3) Seydel l. c. S. 54.
4) Zuckerkandl, Anatomie der Nasenhöhle. 2. Aufl. I. Bd. Wien 1893.
5) Seydel l. c. S. 48.

epithel der Atemwege trägt. In welcher Ausbreitung nun findet sich beim Menschen Sinnesepithel? Dies war bis vor Kurzem noch eine offene Frage, nicht weil es an betreffenden Untersuchungen gebrach, vielmehr weil sämtliche sich mehr oder weniger widersprachen. Um eines Beispieles zu erwähnen, sei hier einerseits der Angaben Max Schultze's[1], andererseits jener Schwalbe's[2] gedacht, welchen eine ganze Reihe nicht minder namhafter Forscher sich anschloss. Der Erstere hatte sich überzeugt, dass die Olfactoriuszweige nicht einmal den unteren Rand der oberen Muschel erreichten, während der Andere die Riechschleimhaut sich über einen Teil der mittleren Muschel ausbreiten lässt. Die äußerst genauen Messungen A. v. Brunn's[3] haben jedoch diese Zweifel vermutlich endgültig gehoben. von Brunn unternahm nämlich, nachdem er bereits früher an einem Hingerichteten die Beobachtungen Max Schultze's bestätigt gefunden hatte, sehr methodische Messungen an einem Mann von 40 und an einem anderen von 30 Jahren, deren Nasenhöhlen er unmittelbar nach dem Tode aussägen konnte. Die ganze Schleimhaut, nachdem sie gehärtet, wurde in feine Schnitte zerlegt und an jedem einzelnen Schnitte die Grenze zwischen dem Riech- und Flimmerepithel genau ermittelt. Die Ergebnisse wurden vergrößert, auf Millimeterpapier ausgemessen, zusammengestellt, photographiert und in ein Schema der Nasenhöhle eingetragen. Es ergab sich dann, dass in dem ersten der beiden Fälle die Ausbreitung des Riechepithels in der rechten Nasenhöhle eine Oberfläche von 257 mm² betrug. Hiervon kamen auf die Seitenwand 124 mm² und auf das Septum 133 mm². Die Regio olfactoria beschränkte sich auf einen verhältnismäßig kleinen Teil der oberen Muschel und den gegenüberliegenden Bezirk der Nasenscheidewand. Der ziemlich regelmäßige hintere Rand blieb von der Hinterwand der Nasenhöhle ungefähr 5 mm entfernt. Der vordere Rand ist mehr oder weniger gezackt, wohl auch durch Max Schultze's und Suchannek's[4] Inseln verlängert, reicht aber keineswegs weiter als bis auf ungefähr 10 mm von der Innenfläche des Nasenrückens. Auch ist der Abstand vom Unterrand der oberen Muschel ziemlich groß, nach der Reproduction gemessen wenigstens 7,5 mm.

Im zweiten Falle von Brunn's hatte das Riechepithel eine Ausdehnung von 238 mm², von welchen 99 auf das Septum und 139 auf die Seitenwand zu rechnen sind. Auch hier war das Epithel ausschließlich auf die obere Muschel beschränkt, deren Unterrand nirgends erreicht wurde.

1) Max Schultze, Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862. S. 75.
2) Schwalbe, Anatomie der Sinnesorgane. Erlangen 1887. S. 68.
3) A. von Brunn, Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XXXIX. 1892. S. 632.
4) H. Suchannek, Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XXXVI. 1890—91. S. 396.

Es stellt sich also heraus, was nochmals hervorgehoben sei, dass die auch in die Handbücher der Physiologie aufgenommene Ansicht, beim Menschen seien die zwei oberen Riechmuscheln mit Sinnesepithel bekleidet, bestimmt unrichtig ist. Das erwähnte Epithel nimmt einen Raum von der Größe eines Fünfpfennigstücks sowohl an der medialen als an der lateralen Wand der Riechspalte ein. Außerdem ist es unmittelbar gegen das Dach der Nasenhöhle gelegen, in möglichst großer Entfernung vom Nasenloch.

Es ist also diese Frage ganz im Sinne Max Schultze's erledigt. Früher mag vielleicht die Pigmentation zu irriger Deutung geführt haben. Sehr wechselnd, sowohl in Betreff der Intensität als der Ausbreitung, entspricht sie keineswegs genau der Verbreitung des Sinnesepithels[1]. Erklärlich ist dies vielleicht aus dem Umstande, dass außer in den Stützzellen auch in den gewöhnlichen Bindegewebszellen manchmal Pigment gefunden wird.

Wie bekannt, kommen in der eigentlichen Riechschleimhaut zwei Epithelarten vor: 1) »Stützzellen« mit ihren eigentümlichen Wurzeln und dem charakteristischen Pigment an der Basis, und 2) »Riechzellen«, die nach oben zu sich verschmälern und zwischen den Stützzellen bis an die Oberfläche reichen, wo sie auch beim Menschen 6—8 spitz auslaufende Härchen, die sogenannten »Riechhärchen«[2], tragen. Das andere Ende dieser Zellen verschmälert sich gleichfalls und geht unmittelbar in die Olfactoriusfasern über (eine Entdeckung Max Schultze's, welche durch die neueren, nach Golgi's Methode angestellten Untersuchungen bestätigt wurde). Erwägt man dabei, dass, wie früher erwähnt, solche Olfactoriusfasern sich weiter bis in die Glomeruli des Riechkolbens verfolgen lassen[3], so ist demnach die Bahn von der Schleimhautoberfläche bis zu den bulbären Nervenzellen für dieses Sinnesorgan vollständig bekannt.

Es liegt weiter kein Grund vor, neben dieser Endigungsweise der Olfactoriusfasern noch eine freie Endigung anzunehmen. Es giebt zwar Nervenfasern, welche frei auslaufend die Oberfläche erreichen, allein Ramón y Cajal hält sie für Trigeminusfasern, welcher Ansicht auch von Brunn sich anschließt[4].

Wie dies auch sei, in keinem Falle gelangen die Olfactoriusfasern außerhalb des von v. Brunn so scharf abgegrenzten Bezirkes. Wir dürfen daher annehmen, dass die ganze mittlere Muschel und ein großer Teil der oberen beim Menschen die Bedeutung einer Endausbreitung der

1) Suchannek l. c. S. 391.

2) von Brunn l. c. S. 638.

3) Retzius, Biologische Untersuchungen. Neue Folge, III. Bd. Stockholm 1892.

4) von Brunn, l. c. S. 643.

Riechnerven verloren habe. Selbst die Voraussetzung, dass in den untersuchten Fällen zufälligerweise pathologische Zustände vorhanden gewesen sein mochten, kann ausgeschlossen werden, da Suchannek nicht versäumt hat, in einer seiner Beobachtungen, durante vita, über die normale Riechschärfe sich zu vergewissern[1]).

Noch viel überzeugender also als die gröberen vergleichend-anatomischen Ergebnisse sprechen die mikroskopischen Verhältnisse für den rudimentären Charakter des menschlichen Geruchsorgans.

Rechts und links zusammengenommen ist im ganzen nur ein Bezirk von nicht mehr als 5 $cm^2$ vorhanden, welcher der specifischen Function des Riechens dienlich ist, also an jeder Seite nur 2,5 $cm^2$. Das Endorgan des Geruchssinnes erscheint unter dem Mikroskope noch viel begrenzter als dem unbewaffneten Auge des Anatomen.

Obgleich das Riechorgan als ein verkümmertes Sinneswerkzeug zu betrachten ist, würde man doch zu weit gehen, wollte man schließen, dass es beim Menschen nicht länger eine wichtige Function habe oder dass es nicht mehr zu feinen Wahrnehmungen geeignet wäre. Im Gegenteile, es greift tiefer in unser Leben, als man gewöhnlich vermutet, und hinsichtlich der Schärfe und Feinheit des Sinnesvermögens steht es dem Auge und dem Ohre nicht nach[2]).

Bezüglich des Ersten, der wichtigen functionellen Bedeutung, habe ich nur darauf hinzuweisen, dass das Riechorgan auch beim Menschen die ihm bei dem osmatischen Säugetiere angewiesene Aufgabe erfüllt. Es ist für beide, den Menschen sowohl als das Tier, das hauptsächlichste Hilfsmittel zur Erkennung und Unterscheidung der Nahrung, noch ehe diese eingenommen wird. Bei den Tieren ist solches von unberechenbarem Vorteile. Mit der Zunahme des Intellects ist allerdings die rohe Weise des Suchens und der Aufnahme der Nahrung durch sehr verfeinerte Vorgänge ersetzt, welche hauptsächlich durch das Gesicht und das Gehör vermittelt werden. Demzufolge ist für den Menschen die ursprüngliche Aufgabe des Geruchssinnes in den Hintergrund gedrängt;

---

1) Suchannek, l. c. S. 392. »Es ergab sich bei circa 14° C. die Größe der Olfactie, ausgedrückt in Millimeter Cylinderlängen des Zwaardemaker'schen Riechmessers, für Cederholz 20 mm, für Kautschuk 9 mm, für Tolubalsam 1 mm«, was, wie aus unseren weiteren Ausführungen hervorgehen wird, als völlig normal angesehen werden darf. — »Nach vollendeter Härtung erwies sich eine umschriebene Stelle der Regio olfactoria am Nasendach, Septum und den obersten Teilen der oberen Muschel ganz leicht gelblich verfärbt. Schnitte aus diesen Gegenden ergaben folgendes Bild: 0,06—0,081 mm hohes, mit feinsten 0,003 mm messenden Härchen besetztes Epithel«.

2) Von Aethylmercaptan reicht eine Menge zur Geruchsempfindung hin, welche 250 mal geringer ist als die kleinste von der Spectralanalyse nachweisbare Menge Natriums. Meyer und Jacobson, Organische Chemie. Leipzig 1893. I. Bd. S. 214.

aber wenn auch nicht das vornehmste, so bleibt dieses Sinneswerkzeug dennoch ein wichtiges Hilfsmittel zur Auslese geeigneter guter Nahrung: »Mihi quidem est quam persuasissimum, nullum cibum salubrem esse, qui foeteat«[1]). Die neueste Zeit hat an der Richtigkeit dieses Ausspruches Haller's nur wenig geändert, es wäre denn, dass die moderne Bakteriologie dafür in manchen Fällen eine Erklärung lieferte. Überdies bleibt der eigenartige Einfluss der in der Nahrung enthaltenen Riechstoffe für Secretion und Peristaltik. Der größte Teil von dem, was man im gewöhnlichen Leben »Kosten, Schmecken« zu nennen pflegt, ist nichts anderes als Riechen, aber Riechen von den Choanen aus. Indem ein Bissen in der Mundhöhle verweilt, darin gekaut und mit Speichel vermengt wird, dringt der Geruch der Nahrung in den Pharynx. Die Ausatmung führt dann die Riechteilchen nach oben[2]). Beim Trinken geht etwas Gleichartiges vor sich. Während des Schlingens ist die Nasen-Rachenhöhle abgeschlossen, es ist demnach unmöglich, irgend etwas von dem Getränke zu riechen. Unmittelbar nachher jedoch bietet die ganze Rachenschleimhaut eine ausgebreitete Verdampfungsfläche[3]). Der Duft der in diesem Augenblicke die Schleimhaut befeuchtenden Flüssigkeit wird auf unmittelbarste Weise in großen Mengen durch die Ausatmung mitgeführt. Merkwürdig ist es, dass das Ausatmen das Erste ist, was nach der Schlingbewegung stattfindet[4]). In diesem Augenblicke, nicht so lange die Flüssigkeit im Munde verweilt, schmeckt man das Aroma, das Bouquet, den Duft des Getränkes. Was man Schmecken nennt, ist also eigentlich ein Riechen, und der Anteil, welchen der Geruch an dem Erkennen und dem Unterscheiden der verschiedenen Stoffe, wie man sagt durch den Geschmack, hat, ist sehr groß. So unterscheidet man in der gewohnten unbefangenen Weise kostend leicht Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure; allein wenn man die Nase zuhält und das Schlingen vermeidet, wird diese Unterscheidung ganz unmöglich[5]). Pathologische Beobachtungen zeigten, dass man nur die vier Kategorien: salzig, süß, sauer und bitter durch den Geschmack unterscheidet. Alle anderen sind Geruchswahrnehmungen. In neuerer Zeit stellte dies Ogle am deutlichsten klar. Er berichtet in seiner Abhandlung z. B. von zwei Kranken, welche durch einen Sturz auf den

---

1) A. Haller, Elem. Physiologiae. Lib. XIV. Sect. III. Ed. 7. Lausannae 1763. p. 182.

2) J. Henle, Anthropologische Vorträge: Über den Geschmackssinn. Braunschweig 1880. 2. Heft. S. 5. 16.

3) Anosmie. Tijdschrift voor Geneeskunde. 1889. No. 1. p. 3.

4) Anosmie. Tijdschrift voor Geneeskunde. 1889. p. 3.

5) J. Corin, Action des Acides sur le goût. Archives de Biologie. T. VIII p. 122. 1888.

Kopf den Geruchssinn vollkommen verloren, den Geschmackssinn jedoch behalten hatten. Sie vermochten keinen Unterschied zwischen gekochten Zwiebeln und Äpfeln wahrzunehmen. Dagegen konnten sie zwischen Portwein und Burgunder unterscheiden, ersterer gab ihnen den Eindruck von Zuckerwasser, der andere von verdünntem Essig. Nun bezweifelt niemand die Bedeutung des Geschmackes für unsere Esslust in erster Reihe, und zweitens für unsere Verdauung; nach obenerwähntem wird man wohl keinen Anstand nehmen, diese nützliche Function auf den Geruch zu übertragen. Selbst der dürftigste Mensch, der seine Speisen gar nicht oder nur wenig zubereitet, erfährt den Einfluss der Riechstoffe, welche im Fleisch, in den Leguminosen und Kräutern, in der Milch, in der Butter, im Brote u. s. w. unverkennbar vorhanden sind. Die Intensität der Verdauung hängt in nicht geringem Maße von dem Eindrucke ab, welchen sie auf unser Sinnesorgan machen, sowohl bevor als nachdem sie in den Mund gebracht worden.

Auch abgesehen von seiner Function als Anreger der Verdauung übt der Geruch einen großen Einfluss auf den menschlichen Organismus aus, indem er auf die Stimmung wirkt. Cloquet[1]) erwähnt darüber treffende Beispiele. In der That wird niemand bezweifeln, dass gerade von allen sinnlichen Wahrnehmungen Wohlgeruch und Gestank am entschiedensten von einem Gefühle von Lust oder Unlust begleitet werden. Die Art und Stärke des Eindruckes, welche Gerüche und Düfte auf uns ausüben, verschwinden unter dem von ihnen wachgerufenen Gefühle von Behagen oder Widerwillen. Teilte deshalb doch Haller[2]) seiner Zeit die Gerüche in drei Klassen: Odores ambrosiaci, Odores medii et foetores. Das Angenehme oder das Unangenehme giebt bei ihm den Ausschlag. Auch bei Linné gewahren wir denselben Gedanken, wenn er die Riechstoffe in sieben Klassen ordnet, von welchen die drei ersten angenehm, die drei letzten unangenehm riechen.

Der Geruchssinn hat also beim Menschen noch immer die zweifache Bedeutung bewahrt, welche er bei den Tieren erworben hat, nämlich vorerst eines wichtigen Hilfsmittels zur Aufnahme der Nahrung und dann die eines äußerst affectiven Sinneswerkzeugs. Letztere Eigenschaft richtet sich bei den Tieren vornehmlich auf die Verdauung und die geschlechtlichen Verrichtungen.

Der Geruch wird in einigen Handbüchern der Physiologie mit einem Wächter der Atmung verglichen. Wiewohl nicht verkannt werden kann, dass die meisten irrespirabeln, sowie auch viele giftige Gase glücklicher-

---

1) Cloquet, Osphrésiologie. Paris 1821. p. 112.

2) A. Haller, Elementa physiologiae. Lib. XVI. Olfactus. Sect. II. § 5. Editio Lausannae 1763. Tomus V. p. 162.

weise bereits noch in sehr starker Verdünnung an ihrem Geruch erkannt werden können, so dass die gefährdete Person sie noch rechtzeitig zu vermeiden Gelegenheit findet, so dürfte man hierfür schwerlich eine phylogenetische Erklärung finden können, obgleich der Umstand uns Menschen ohne Frage zu gute kommt. Diese Eigenschaft des Riechorgans wird daher als eine zufällige betrachtet werden müssen.

Ist die functionelle Bedeutung des verkümmerten Sinneswerkzeuges nicht gering zu schätzen, so sind auch Schärfe und Feinheit der Wahrnehmung ziemlich ansehnlich geblieben. Es wurde wiederholt hervorgehoben, wie äußerst wenig eines Riechstoffes genüge zur Auslösung einer Empfindung. Die alten Methoden, welche auf successiver Verdünnung vorher gemessener und bekannter Mengen beruhten, mögen gleichwohl nicht ganz untadelhaft gewesen sein, ihre Ergebnisse waren eher zu groß als zu klein, so dass sie uns einen noch zu geringen Begriff von der Schärfe des Geruchssinnes geben. Und dennoch überraschen uns diese Ziffern, z. B. Valentin mit seinen $^1/_{30000}$ mg Brom, welches in einem Kubikcentimeter Luft verdünnt, noch einen deutlichen unangenehmen Geruch verbreitet. Die neuesten Messungen sind sehr genau und geben noch kleinere Werte: Fischer und Penzoldt fanden $^1/_{460000000}$ mg Mercaptan, $^1/_{46000000}$ mg Chlorphenol per 50 cbcm als äußerste Grenze für unsere Geruchswahrnehmung. Die Schärfe des Geruchssinnes ist also beim Menschen ziemlich groß geblieben, obwohl es nicht zu leugnen ist, dass die osmatischen Säugetiere vermutlich Riechstoffe in noch viel bedeutenderen Verdünnungen wahrnehmen können. Man darf dies a priori nicht für unwahrscheinlich erachten, denn die Grenzen der Verteilung des Stoffes sind bei der erwähnten Verdünnung noch lange nicht erreicht. Nur im Vergleiche mit den gewöhnlichen technischen Hilfsmitteln ist unser Riechorgan ein wunderbar scharfes Sinneswerkzeug. Auch die Feinheit seines Wahrnehmungsvermögens blieb ungeachtet der Reduction sehr bedeutend. Wie reich ist die Verschiedenheit der Gerüche in der Natur und mit welcher Bestimmtheit sind wir im Stande, die zahlreichen Düfte und Gestänke von einander zu unterscheiden! Soll jedoch die Feinheit unseres Riechorgans sich in vollem Maße entfalten, dann ist es nötig die Aufmerksamkeit auf das zu richten, was man wahrzunehmen beabsichtigt. Und thut man dies, dann verwundert man sich darüber, dass alles in unserer Umgebung riecht. Das Wasser aus der Leitung, die Kiesel in der Straße, die Luft unserer Gemächer, ob bewohnt oder unbewohnt, alles hat seinen specifischen Geruch. Holzarten, Metalle, Kalk, Steine, das Linnen, das Papier, unsere Nahrungsstoffe und Getränke, beinahe nichts giebt es, was nicht riecht[1]). So leben

---

1) *Ἔχουσα δ' ἕκαστον ὀσμὴν ἰδίαν, καὶ ζῴων, καὶ φύτων, καὶ τῶν ἀψύχων ὅσα ὀσμώδη.* Theophrastus *περὶ ὀσμῶν* citirt nach Cloquet p. 44.

wir ebenso gut in einer Welt von Gerüchen wie in einer Welt von Licht und Schall.

---

## II. Physikalische Bemerkungen über Riechstoffe.

Die Eindrücke, welche das Geruchsorgan empfängt, sind stets an die unmittelbare Anwesenheit der sogenannten Riechstoffe gebunden. Die Partikelchen dieser Stoffe müssen durch die atmosphärische Luft zugeführt werden und in die oberste Abteilung der Nasenhöhle geraten, wenn eine Geruchsempfindung zu Stande kommen soll. In einer beschränkten Zahl von Fällen wird man zugleich mit der sinnlichen Wahrnehmung die stoffliche Anwesenheit dieser riechenden Teilchen nachweisen können. Bisweilen ist dies sogar höchst einfach. So sieht man, wenn man ein mit Salzsäure befeuchtetes Stäbchen einer Ammoniakatmosphäre nahe bringt, den Chlorammoniumnebel aufsteigen, noch bevor man das Ammoniak riecht[1]), und der Schwefelwasserstoffgeruch, welcher sich durch ein Rohr verbreitet, ist an der Mündung nur einen Augenblick früher bemerkbar, als die Verfärbung eines befeuchteten bleihaltigen Papiers[2]). Allein sowohl Ammoniak als Schwefelwasserstoff sind verhältnismäßig schwach riechende Stoffe. Es wäre vergebens, die Riechstoffe im engeren Sinne in Verdünnungen, in welchen sie gewöhnlich gerochen werden, durch chemische Reagentien nachweisen zu wollen. Die Riechmoleküle sind dann in einer zu großen Menge Luft verteilt, als dass sie durch ihr Gewicht oder ihre chemischen Eigenschaften ihre Gegenwart verrieten. Der Beweis für ihre Anwesenheit kann daher nicht geliefert werden, und dennoch müssen wir sie selbst in der flüchtigsten Dunstwolke voraussetzen.

Es gab im Laufe der Zeiten einzelne Naturforscher, welche sich den Geruch als eine Art von Bewegung vorstellten, die sich, von den Riechstoffen ausgehend, frei im Raume ausbreiten sollte. Man dachte dabei an eine Analogie mit Licht und strahlender Wärme. Es lässt sich zu wenig für die Berechtigung einer solchen Hypothese anführen, als dass man zu ihrer Annahme gezwungen wäre. Eine Thatsache, welche früher noch als der wichtigste Grund zu ihren Gunsten galt, hält der gewissenhaften Kritik gegenüber nicht länger Stand, nämlich die Angabe, dass

---

1) Der Versuch wurde in dem später zu beschreibenden Kästchen für Diffusionsversuche angestellt.

2) Der Versuch wird mit einem trockenen Glasrohr von 38 cm Länge und 4 cm Durchmesser gemacht, dessen eines Ende offen und dessen andere Mündung mit einem Schwefelwasserstoffgas enthaltenden Gefäße in Verbindung gebracht ist.

Stückchen Moschus oder Ambra keinen Gewichtsverlust erleiden, selbst wenn sie wochenlang der freien Luft ausgesetzt werden und große Räume mit ihrem Geruche erfüllen. Die genauen Wägungen Valentin's[1]) vermochten dies nicht zu bestätigen. Moschus ist nämlich hygroskopisch und kann daher nicht mit der hier geforderten Genauigkeit gewogen werden. Die anderen Thatsachen, welche für die sogenannte dynamische Theorie angeführt werden, können ebenso gut auf andere Weise erklärt werden[2]). Es ist daher rationell, vorläufig an der materiellen Anwesenheit von Riechstoffpartikelchen festzuhalten, wo immer Geruch wahrgenommen wird.

Unter diesen Umständen sind wir auf das Geruchsorgan selbst angewiesen, wenn wir die Gesetze kennen zu lernen wünschen, nach welchen die riechenden Teilchen von der Oberfläche der Körper und Flüssigkeiten abgestoßen und nach welchen sie in der Atmosphäre verbreitet werden. Einige aprioristische Vorstellungen sind hierbei wohl gestattet.

Es lässt sich z. B. annehmen, dass das Freiwerden der riechenden Partikelchen von der Geruchsquelle in der größten Mehrzahl von Fällen durch einfache Verdampfung geschehe. Gewissheit darüber besteht bei allen flüchtigen Verbindungen, von welchen man durch chemische Untersuchungen weiß, dass sie bei gewöhnlicher Temperatur ohne Spaltung ihrer Moleküle in Gasform übergehen können, wie beispielsweise Äther, Kampfer, Jodoform. So auch zahlreiche Parfums des Handels, deren Zusammensetzung gewöhnlich ganz oder zum Teile unbekannt ist, was jedoch die Parfumeriefabrikanten nicht abgehalten hat, ihre Eigenschaften in dieser Hinsicht zu untersuchen. Und kein Wunder, denn die größere oder geringere Flüchtigkeit der Parfums ist für den Fabrikanten, welcher derlei Mischungen bereitet, von höchster Wichtigkeit. Der Londoner Parfumeur S. Piesse[3]) bringt in seinem Buche eine Tabelle, in welcher, die Flüchtigkeit des Wassers = 1 angenommen, diese für die Essenzen, d. i. für die durch Extraction oder Destillation aus Pflanzen gewonnenen Producte, wie folgt, angegeben wird:

| | |
|---|---|
| Sambucus nigra . . . . . . . . . . | 0,2850 |
| Citrus medica . . . . . . . . . . . | 0,2480 |

1) Allerdings auch nicht zu widerlegen. Valentin, Physiologie. Bd. II. S. 539. 1. Auflage. Braunschweig 1844.

2) Hierzu noch: Carpenter, Artikel: Smell in Todd's Encyclopaedia pt. XXXVI. S. 698; Longet, Physiologie. 2. Edition. T. II². S. 193 weist nach, wie die meilenweite Verbreitung von Gerüchen unmittelbar gegen die dynamische Theorie spricht.

3) S. Piesse, Des Odeurs, des parfums et des cosmétiques. Seconde édition française par F. Chardin-Hadencourt et H. Massignon. Paris 1877. p. 9.

| | |
|---|---|
| Pomeranzen . . . . . . . . . . . | 0,2270 |
| Lavandula vera . . . . . . . . . | 0,0620 |
| Lavandula spica . . . . . . . . . | 0,0640 |
| Citrus Bergamia (Bergamotte) . . . . | 0,0550 |
| Neroli Petit grain (Orangenblüten). . | 0,0330 |
| Thymian . . . . . . . . . . . . | 0,0220 |
| Andropogon Schoenanthus . . . . . | 0,0170 |
| Pelargonium odoratissimum . . . . | 0,0106—0,0074 |
| Acorus Calamus . . . . . . . . . . | 0,0069 |
| Anthoxanthum odoratum. . . . . . | 0,0039 |
| Rosen . . . . . . . . . . . . . . | 0,0051—0,0038 |
| Caryophyllus aromaticus. . . . . . | 0,0035 |
| Cederholz . . . . . . . . . . . . | 0,0020 |
| Pogostemon Patchouly. . . . . . . | 0,0010 |

Die Methoden, nach welchen diese Zahlen festgestellt wurden, sind von Piesse nicht näher angegeben, nur wird gesagt, dass sie auf dessen eigenen Untersuchungen beruhen. Dagegen finden die Vorschriften für die Bereitung der Essenzen eingehende Besprechung. Sie weichen ganz von den für die entsprechende pharmaceutische Herstellung gebräuchlichen ab. Das Resultat ist gewöhnlich ein ziemlich zusammengesetztes Gemenge von ätherischen Ölen, Alkoholen, Aldehyden, Harzen u. s. w., daher man die von obiger Tabelle entnommenen Zahlen kaum für constant erachten kann.

In jüngster Zeit hatte Charles Henry[1]) eine derartige Untersuchung von neuem ausgeführt. Es geschah mittels eines besonderen von ihm »Pèse Vapeur« genannten Apparates, welcher im Princip einen kleinen mit einem feinen Stiel aus vernickeltem Stahl versehenen Aräometer darstellt. Dieser Stiel trägt am oberen Ende ein silbernes halbkugelförmiges Schälchen von 0,6 ccm Inhalt. Die Einteilung befindet sich nicht am Stiele selbst, sondern in Millimetern an einem unbeweglichen Maßstabe, längs welchem man den Rand des Schälchens sich heben oder senken sieht. Giebt man in dieses Schälchen einen Riechstoff und lässt ihn verdunsten, so steigt das Aräometer langsam empor, und zwar um so schneller, je rascher die Verflüchtigung vor sich geht. Das von Henry benutzte Aräometer ist für Alkohol eingerichtet. Man bestimmt vor jedem Versuche die Tiefe, bis zu welcher 100 mg ihn tauchen und wiederholt das Gleiche nach Beendigung der Verdampfung. Den Mittelwert dieser beiden Ergebnisse erkennt man als die richtige Zahl an, nach welcher man beziffert, wie viel Gewicht das Aräometer über einen Millimeter der Scala heben oder sinken macht. Hierauf füllt man das Schälchen

1) Charles Henry, Les Odeurs Conférence du 14 Mars 1891. Paris 1892. p. 40.

mit Parfum und beobachtet, wie viele Millimeter in der Secunde der Apparat steigt. Auf diese Weise findet man unmittelbar den Gewichtsverlust durch Verdunstung per Secunde. Schließlich berechnet man die Oberfläche der Flüssigkeit während des Versuches und erfährt dadurch die Geschwindigkeit der Verflüchtigung per Quadrat-Millimeter. Henry erhielt auf diese Weise folgende Tabelle: Es verflüchtigen per Secunde und per □mm Oberfläche bei 10,5° Celsius von

| | |
|---|---|
| Schwefeläther . . . . . . | 0,0007 mg |
| Ylang-ylang . . . . . . . | 0,0000176 mg |
| Orangen-Essenz . . . . . | 0,0000567 - |
| Rosmarin . . . . . . . . | 0,0000446 - |
| Mentha . . . . . . . . . | 0,0000354 - |
| Kümmel . . . . . . . . | 0,0000315 - |
| Gaultheria procumbens . . | 0,0000165 - |
| Bergamott . . . . . . . | 0,0000331 - |
| Lavendel . . . . . . . . | 0,0000292 - |

Wir heben jedoch nochmals hervor, dass Ergebnisse wie jene Piesse's und Henry's bei der Unsicherheit der Zusammensetzungen nur geringen wissenschaftlichen Wert besitzen. Henry's Verfahren ist jedoch ebenso sehr geeignet zur Untersuchung reiner chemischer Verbindungen und mag sich daher in anderen Fällen noch nützlich erweisen. Allein bei Bestimmung der Verflüchtigung der Riechstoffe aus Lösungen werden einige Schwierigkeiten auftreten. Es ist klar, dass man in diesen Fällen nicht die totale Verdampfung, sondern nur die Verdunstung des riechenden Bestandteiles zu bestimmen hat, und dieses Problem erscheint nach Henry's Methode nur dann der Beantwortung zugänglich, wenn, wie z. B. bei öligen Auflösungen, das Lösemittel selbst nicht flüchtig ist. Dabei fallen allerdings merkwürdige Complicationen auf.

Die Verdampfung geht auffallend träge vor sich und demzufolge ist der Geruch auch unendlich viel schwächer als von den nämlichen in Wasser oder Alkohol verteilten Bestandteilen. Wie verhältnismäßig gering ist die Intensität des Geruches von Jodoformöl, während reines Jodoform äußerst penetrant riecht. Offenbar hat die Industrie bereits seit langem von dieser Eigentümlichkeit öliger Lösungen Vorteil gezogen. Ihre wohlriechenden Salben und Pomaden haben einen schwachen, aber lange anhaltenden Geruch. Sehr viele Riechstoffe, mit welchen man in der Natur in Berührung kommt, sind gleichwohl weder Flüssigkeiten noch flüchtig im gewöhnlichen Sinne. Die Bestimmung von deren Verdampfungsgeschwindigkeit stößt daher auf besonders große Schwierigkeiten. Überdies haben solche riechende Körper häufig keine gleichmäßige Zusammensetzung. Meistens sind selbst riechende und geruchlose Bestandteile gemengt und die feinsten Teilchen beider nicht an allen Stellen der

Oberfläche in gleicher Weise verteilt. Ihre Verdampfungsfläche ist dann im Vergleiche mit der ganzen der Luft ausgesetzten Oberfläche nur sehr klein und deren Größe so gut als nicht berechenbar. Ein gutes Beispiel zur Erläuterung dieser Bemerkung bietet das ekelhaft riechende indische Stinkholz (Anagyris foetida, eine Papilionacee). Man bemerkt an der Durchschnittsfläche zwischen den Holzfasern zahlreiche Scatolkrystalle, die eigentlichen Gestanksquellen. Die an die Luft tretenden Scatolteilchen werden nach einer Weile verdampfen und demzufolge wird der Geruch fortwährend geringer werden. Schließlich wird das Holz ganz geruchlos geworden sein und ist es dann möglich, verschiedenen Hausrat daraus zu verfertigen. Sobald man jedoch eine neue Schnitt- oder Sägefläche anlegt, entwickelt sich sofort wieder der frühere Gestank mit ursprünglicher Stärke.

Diese Erscheinung, dass eine neue Bruchstelle stärker als eine alte riecht, wiederholt sich ungemein oft bei tierischen und pflanzlichen Riechstoffen. Am Scatolholze können wir die Ursache mit dem unbewaffneten Auge verfolgen, in vielen anderen Fällen werden wir durch Analogie ein ähnliches Verhalten annehmen.

Unter den bisher erwähnten Umständen gelten die gewöhnlichen Gesetze der Verdampfung, obgleich uns die quantitativen Verhältnisse entgehen. Es wäre jedoch auch möglich, dass in anderen Fällen beim Freiwerden der riechenden Teilchen eine chemische Veränderung stattfindet. Valentin[1]) z. B. vermutet, dass dies bei einem der bekanntesten Riechstoffe, dem Moschus der Fall sei. Es wird hier wahrscheinlich die chemische Umlagerung sogar ziemlich zusammengesetzter Art sein und daraus auch die Erklärung hervorgehen, warum eine Anzahl anderer Stoffe tierischen oder pflanzlichen Ursprungs gerade diesen selbigen Geruch entwickeln. Das Verzeichnis der Moschusstoffe ist sehr lang. Sie werden von Cloquet[2]) aufgezählt:

1. Aus dem Tierreiche: Außer dem Moschustiere selbst, das Fleisch des Krokodils; des Büffels; des Auerochsen; der Moschusratte; der Upupa epops; der Anas moschata; der Excremente unserer Haustiere u. s. w.

2. Aus dem Pflanzenreiche: Erodium moschatum; die Früchte der Stechpalme; Hibiscus abelmoschus; Monotropa hypopitys; Rosa moschata; Adoxa moschatellina; Cucumis melo; Pirus sativa u. s. w.

3) Aus dem Mineralreiche: mehrere Erdarten; selbst gebrannt, wie einige chinesische und japanische Theekannen zeigen.

Jedermann kann bei einiger Aufmerksamkeit einen schwachen Moschus-

1) Valentin, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. 2. Lieferung. S. 539.

2) Cloquet, Osphrésiologie. Sec. éd. Paris 1821. p. 76.

geruch in der gewöhnlichen Kuhmilch bemerken, wie solcher bekanntlich auch in der Rindergalle zu finden. Daher ist es auch begreiflich, dass der menschliche Schweiß bisweilen gleichfalls einen Moschusgeruch verbreitet, wie Haller[1]) bereits vor mehr als einem Jahrhundert erwähnte.

Ein eigentümliches Licht über diese so allgemeine Verbreitung des Moschusgeruches wird durch Kitasato's Entdeckung des Moschusschimmels gewonnen. Löffler, bei welchem Kitasato arbeitete, wurde darauf aufmerksam, dass ein zufällig bereiteter Heuaufguss[2]) nach Moschus roch. Es gelang daraus die Reincultur eines niederen Organismus, welcher auch in Bouilloneulturen und auf festem Nährboden verschiedenster Zusammensetzung einen Moschusgeruch verbreitete. Offenbar erzeugt jener Schimmel aus allen ihm gebotenen Nährstoffen diesen Riechstoff, der daher ein verhältnismäßig einfaches Spaltungsprodukt sein muss. Kitasato vermochte jedoch nicht ihn zu isolieren, allein er konnte ihn mittels Alkohol aus den Culturen extrahieren[3]). Überdies wurde in letzterer Zeit ein Stickstoffderivat von Isobutyltoluen dargestellt, welches nicht allein ebenso wie Moschus riecht, sondern den natürlichen Riechstoff an Geruchsintensität noch ungefähr tausendmal übertreffen soll[4]). Es wäre nicht unmöglich, dass dieses Trinitro-Isobutyltoluen ein Spaltungsprodukt ist, welches aus allen oben erwähnten Stoffen so verschiedenartiger Abstammung langsam frei wird und als Ursache des Moschusgeruches betrachtet werden müsste.

Niedere Organismen und Gährung spielen bei der Entstehung einer großen Anzahl von Gerüchen eine wichtige Rolle. Dies ist von dem Allyl-Senföl ($C_3H_5.NCS$) allgemein bekannt, welches unter dem Einfluss eines Fermentes, des Myrosin, aus schwarzem Senfsamen gebildet wird. Schwarzer Senfsamen selbst ist vollkommen geruchlos. Erst nachdem derselbe eine kurze Weile mit Wasser in Berührung gekommen, entwickelt sich allmählich der prickelnde Senfgeruch. Ebenso entwickelt sich Benzaldehyd (starker Mandelgeruch) unter der Einwirkung von Emulsin aus dem Amygdalin der bitteren Mandeln und zwar, wie bekannt, neben Cyanwasserstoff (schwacher Mandelgeruch) und Glykose. Es ist also in jedem Sinne begreiflich, dass diese Gerüche ohne Einwirkung von Feuchtigkeit nicht entstehen können, denn ohne Wasser findet keine Fermentation statt.

1) Haller, Elementa physiologiae. Ed. Lausannae. T. V. p. 163.

2) Schimmelndes Leinmehl riecht immer nach Moschus (mündliche Mitteilung von Prof. Dr. H. Wefers Bettink).

3) S. Kitasato, Über den Moschuspilz (Fusisporium moschatum). Centralblatt für Bakteriologie. Bd. V. 1889. S. 365.

4) Jacques Passy, Sur la perception des odeurs. Société de biologie. Séance du 19 Mars 1892.

In jüngster Zeit lernte man einen Gährungsprocess bei der Bereitung des Schnupftabaks kennen. Um einen gehörigen Schnupftabak zu bekommen, muss das Nikotin aus den Tabaksblättern entfernt werden, und es bildet sich dabei, sei es aus dem Alkaloide oder aus anderen Bestandteilen, jener Riechstoff, welcher gerade im Schnupftabak so hoch geschätzt wird. Die Fabrikanten lassen die grob geschnittenen Tabaksblätter in großen Haufen gähren. Niedere Organismen erhöhen dann allmählich die Temperatur. Hat diese eine gewisse Höhe erreicht, so beginnt die aromatische Fermentation, welche ganz unabhängig von den Mikroorganismen verläuft, denn sie kann ebensowohl in sterilisiertem Tabak stattfinden, vorausgesetzt, dass eine Temperatur von 40—100° C. unterhalten wird. Man kann auf diese Weise selbst eine Beschleunigung der für den Schnupftabak gewünschten Umsetzung erreichen (bei 70° in 8—10 Wochen, bei 100° sogar in 12 Tagen[1]).

Doch auch abgesehen von Fermentation ist bisweilen Chemismus im Spiel. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Anwesenheit von Ozon die Riechintensität zahlreicher Stoffe erhöht. Dies führt zur Aufstellung einer Hypothese, nämlich dass das Riechprincip erst durch die Oxydation der feinsten Teilchen der Pflanze, der Essenz oder des Zersetzungsproduktes im Augenblick der Verflüchtigung selbst entstehe. Die Essenz würde dann geruchlos, das Oxyd riechend sein. Hierfür spricht in erster Reihe, dass eine Anzahl stark riechender Stoffe selbst Ozonerzeuger sind, wie z. B. Terpentin; ferner, dass andere Parfums sich besonders leicht mit Sauerstoff verbinden, wie Bergamott; endlich einige Versuche, wie das alte Experiment von Huygens und Papin, welche eine Rosenknospe unter die Glocke einer Luftpumpe legten und fanden, dass diese nach zwei Wochen vom Dufte nicht das Geringste verloren, während außerhalb der Glocke der Geruch bereits in zwei Stunden vollkommen verschwunden war. Es findet also etwas ganz Besonderes beim Freiwerden der riechenden Teilchen statt und es scheint, als ob dies nur unter dem Einflusse der Luft geschähe. Das einfachste wäre, wenn wir von der Feuchtigkeit der Luft ganz absehen wollen, anzunehmen, dass in Fällen wie jenen der Huygens'- und Papin'schen Rosenknospe der riechende Bestandteil, das Rosenöl, für sich selbst nur wenig flüchtig und keineswegs starkriechend sei, dass jedoch durch Oxydation aus dem Rosenöl ein sehr flüchtiger und starkriechender Stoff entstehe.

Unabhängig von Fermentationsprocessen und einfachen Oxydationen werden an der Oberfläche der riechenden Körper auch hydrolytische

1) Schloesing jr., Combustion lente de certaines matières organiques. Comptes rendus. T. 106. p. 1293. u. T. 109. p. 835. Analoge Thatsachen sind auch für pasteurisierte Weine und für Thee bekannt.

Spaltungen ins Spiel kommen, wobei dann der aus der Luft niedergeschlagene Wasserdampf die nötigen Wassermoleküle liefern kann[1]). Bisweilen werden beide Spaltungsprodukte flüchtig sein, in andern Fällen jedoch nur das riechende. Dann kann es geschehen, dass nach einiger Zeit eine feste geruchlose Schicht an der Oberfläche sich bildet und das Objekt beträchtlich an Riechkraft abnimmt. Dieser Vorgang ist bis zu einem gewissen Grade mit dem Firnissen vergleichbar, und der Geruch wird erst wieder in voller Stärke zurückkehren, wenn eine frische Bruchfläche angelegt wurde.

Aber auch im physischen Sinne trägt das Wasser zur Verflüchtigung der Gerüche bei, wie ein alter Versuch Venturi's beweist. Man zerschneidet Kampfer in kleine Stäbchen von ungefähr der Länge eines Pariser Zolls, befestigt an der Basis jedes dieser Säulchen Blei und stellt sie aufrecht in einen sehr reinen Teller, welchen man bis zur halben Höhe der Säulchen mit Wasser füllt. Nach zwei oder drei Stunden wird sich dem Wasserstande entsprechend eine horizontale Kerbe gebildet haben, welche allmählich an Tiefe zunimmt, bis nach beiläufig 24 Stunden das Säulchen an jener Stelle ganz durchschnitten ist. Unterdessen erleidet weder das aus dem Wasser hervorragende noch das eingesenkte Stück den geringsten Substanzverlust.

Es ergiebt sich unmittelbar aus diesem Versuche, dass die Umwandlung des krystallinischen Kampfers in flüchtige oder flüssige Verbindungen mit besonderer Lebhaftigkeit an der Oberfläche des Wassers vor sich gehen muss, denn nur dort sind die Bedingungen so günstig, dass die Menge der von den Säulchen frei gewordenen Moleküle namhaft erscheint. Mehr jedoch lässt sich aus diesem Versuche nicht entnehmen. Etwas klarer erscheint die Sache durch ein anderes, Romieu zugeschriebenes Experiment.

Wenn man eine kleine Menge Kampferpulver auf Wasser wirft, sieht man, wie sich unmittelbar jedes dieser Teilchen mit großer Schnelligkeit zu drehen anfängt. Zugleich werden sie durch plötzliche und ruckweise Bewegungen hin- und hergeworfen. Gleiches geschieht mit kleinen auf den Wasserspiegel gelegten Kampferstückchen. Die Bewegung ist um so weniger schnell, je größer die Stücke.

Betrachtet man das Pulver auf dem Wasser mit einer Lupe, so wird man um jedes Körnchen glänzende Strahlen bemerken, welche hauptsächlich von den spitzen Stellen ausgehen. Das Wasser selbst wird durch diese Ausstrahlungen weggetrieben. Besonders deutlich ist dies auf der

---

[1]) Es ist den Pharmaceuten wohlbekannt, dass einfache Arzneistoffe, welche in vollkommen trockenen Flaschen mit Kalkstöpseln verschlossen bewahrt werden, nicht riechen, dagegen, wenn mit gewöhnlichen Stöpseln versorgt, zu riechen beginnen (z. B. Flores naphae, Flores rosae u. s. w.).

sogenannten »Assiette mouillée« zu sehen. Eine große mit Laugenwasser gereinigte Schüssel wird so lange unter Wasser gehalten, bis sie vollkommen nass ist. Wird sie dann aus dem Wasser genommen, so bleibt eine dünne Schicht Feuchtigkeit an der Oberfläche haften. Wirft man ein wenig Kampferpulver auf diese feuchte Schicht, so sieht man diese sofort zurückweichen auf eine Entfernung, welche von der Menge des Pulvers abhängt. Untersucht man nachher, so findet man an den Stellen, wo das Wasser zurückgewichen, eine äußerst dünne Schicht mit iridisierendem Reflex. Später wird diese Schicht weiß und erscheint unter dem Mikroskope aus nichts anderem, als aus unzähligen feinen Tröpfchen von ätherischem Öl gebildet, welche sich anfänglich in Berührung mit dem Wasser an der Oberfläche der Schüssel ausgebreitet hatten und nach dessen Zurückweichen allein zurückgeblieben sind. Diese Tröpfchen sind sehr stark lichtbrechend und durch kleine Zwischenräume geschieden.

Es ist daher unzweifelhaft aus dem mit Wasser in Berührung gekommenen Kampfer eine ölartige Flüssigkeit getreten, welche sich in einer dünnen Schicht an der Oberfläche des Wassers ausgebreitet hatte. Zu gleicher Zeit verursacht diese einen Rückstoß an den Kampferstückchen selbst. Wenn diese kugelförmig waren und die ölartige Flüssigkeit mit gleicher Geschwindigkeit längs des ganzen Umfanges desselben ausströmte, so würde Alles in Ruhe bleiben. Allein da die Kampferstückchen, so klein sie auch sein mochten, stets Höcker, Spitzen und andere Unebenheiten haben, an welchen die Ausströmung am stärksten vor sich geht, so fehlt das Gleichgewicht zwischen den retroaktiven Impulsen, und es entsteht Bewegung. In Folge dessen verbindet sich auch mit den übertragenen Bewegungen eine Wendung um sich selbst. Dies ist wenigstens die Auffassung sowohl Venturi's, als jene von Liégeois[1], einem scharfsinnigen französischen Forscher, welcher diese Versuche wiederholte und weiter verwertete.

Hat sich nun nach einer Weile eine ausgedehnte iridisierende Schicht von ätherischem Öle über dem Wasser gebildet, welche die Bewegung aufhält, und entfernt man diese mit Löschpapier, so beginnt die Bewegung von Neuem. In großen Schüsseln wird dies nicht nötig sein, in welchen diese Schicht so dünn sein kann, dass die Verflüssigung des Kampferderivates verhältnismäßig rasch stattfindet. Wenn jedoch, wie es in kleinen Behältern, z. B. von 3 cm Durchmesser, der Fall ist, diese Materie, welche Luft und Wasser scheidet, in einer gewissen Dicke sich angesammelt, so scheint alle Verdunstung, sowohl des Pulvers als des

1) Liégeois, Sur les mouvements de certains corps organiques à la surface de l'eau. Arch. de Physiologie. 1868. T. I. p. 35.

Öles, unterbrochen zu werden und dieser Zustand während mehrerer Monate unverändert, wie auch das Kampferpulver unbeweglich zu verharren.

Liégeois fand ferner, dass alle Zusätze, welche dem Wasser eine gewisse Zähigkeit verleihen, wie Albumin und Glycerin, die Bewegung hindern, am meisten jedoch stört ein einziges Öltröpfchen. Eine äußerst geringe Menge, die an einer Nadelspitze haftet, eine durch das Haar gezogene Stecknadel genügen, einen vollständigen Stillstand zu bewirken. Auch dieses Öl verbreitet sich, wie wir es bei dem Kampferderivat gesehen, in einer äußerst dünnen Lage über den Wasserspiegel. Daher muss man, um die Kampferbewegung zu beobachten, vollkommen reine Behälter gebrauchen und vor allem die Schüsseln und Gläser mit alkalisch gemachtem Wasser ausspülen. Ebenso wie Öl verhalten sich auch Fette und Fettsäuren, daher auch Schweiß und Ohrenschmalz. Es ergiebt sich daraus, dass man bei diesen Versuchen den Kampfer nicht mit den Fingern berühren darf.

Prévost, der Entdecker oder vielmehr der Wiederentdecker der Kampferbewegung, legte großen Wert auf die Thatsache, dass beinahe alle pflanzlichen und tierischen Riechstoffe die translatorischen und rotatorischen Bewegungen hemmen. Die Erklärung hiervon erhellt aus Liégeois' Untersuchungen. Beinahe alle diese Stoffe enthalten ätherische Öle oder Fette, welche sich über den Wasserspiegel verbreiten und die Bewegungen aufheben.

Wichtiger für die Lehre des Geruches ist jedoch die andere Thatsache, dass eine Anzahl von Riechstoffen, auf's Wasser geworfen, Bewegungen wie jene des Kampferpulvers auszuführen im Stande sind. Liégeois zählt folgende pharmaceutische Präparate auf: officinelle Benzoësäure, officinelle Bernsteinsäure, officinelles Amygdalin, Santonin, Atropin, schwefelsaures Atropin, gepulverter Anissamen, Apfelsinen- und Citronenschalen, Gewürznägel, Brechnuss, Croton- und Ricinussamen, Cascarilla, Zimmt, Kamillen, Melissen, Arnica, Lindenblüten, Münze- und Rosmarinblätter, Baldrian- und Iriswurzel, Tabakpulver, Seife, Käse, Rinderfett, Hammeltalg. Außerdem giebt es noch andere, welche allerdings keine auffallende Ortsveränderung erfahren, aber in Pulverform auf Wasser geworfen sich äußerst schnell über die Oberfläche verbreiten, während jedes Teilchen von den übrigen sich ablöst. Überdies zeigen sie Prévost's Versuch mit der befeuchteten Schüssel. Zu dieser Gruppe gehören: Kümmelsamen, Benzoëharz, Asa foetida, weißer Zimmt, Kubeben, Senf, Weihrauch, Kolophonium, Veratrin, Mandeln, Anemonin, Colombo.

Im Gegensatze zu allen diesen Riechkörpern verharren Sägemehl, Holzkohlenpulver, Lycopodium in Ruhe. Befeuchtet man jedoch solche Körper mit Alkohol oder Äther, so verhalten sie sich wie die obigen

Riechstoffe, natürlich infolge der Ausströmung einer Flüssigkeit, welche in einer äußerst dünnen Schicht in Form von mikroskopischen Tröpfchen über dem Wasserspiegel sich verbreitet.

Nur einzelne nicht riechende Körper zeigen die »odoroskopischen Phänomene«, wie Prévost diese Reihe von Erscheinungen nannte, so z. B. die Kaliumverbindungen der Metalle. Diese Bewegungen werden jedoch vollkommen erklärlich, wenn man bedenkt, dass Kalium das Wasser zersetzt und Wasserstoff frei macht.

Kurzum, es ergiebt sich, dass allerlei Riechstoffe, feste sowohl als flüssige, an der Wasseroberfläche sich äußerst fein verteilen. Dies ist eine rein physikalische Erscheinung[1], welche allen zu den Fettsäuren, Äthern, ätherischen Ölen u. s. w. gehörenden Stoffen eigentümlich ist. Dass dies der Verflüchtigung ungemein förderlich sei, bedarf keiner weiteren Erörterung. Liégeois sucht überdies wahrscheinlich zu machen, dass die feinen Tröpfchen, selbst ohne Verdampfung, in die Luft übergehen. Wenn dies richtig ist, was mir übrigens höchst unwahrscheinlich vorkommt, so würde also eine zweifache Verbreitungsweise in der Atmosphäre stattfinden: in Gasform und in Form von Tröpfchen, wie der Wasserdampf im Nebel.

Aus dem Obigen folgt genügend klar, dass man a priori nicht sagen kann, auf welche Weise das Freiwerden der Riechmoleküle von der Oberfläche der Riechkörper oder einer riechenden Flüssigkeit stattfindet. Bislang lernten wir also kennen:

1) Einfache Verdampfung,
2) Oxydation,
3) Hydrolytische Spaltungen oder mehr zusammengesetzte Zersetzungen, wie vielleicht beim Moschus.
4) Verteilung der riechenden Flüssigkeit in äußerst feine Tröpfchen, welche später verdampfen oder in tropfbarer Form von dem Luftstrom mitgeführt werden (Liégeois).

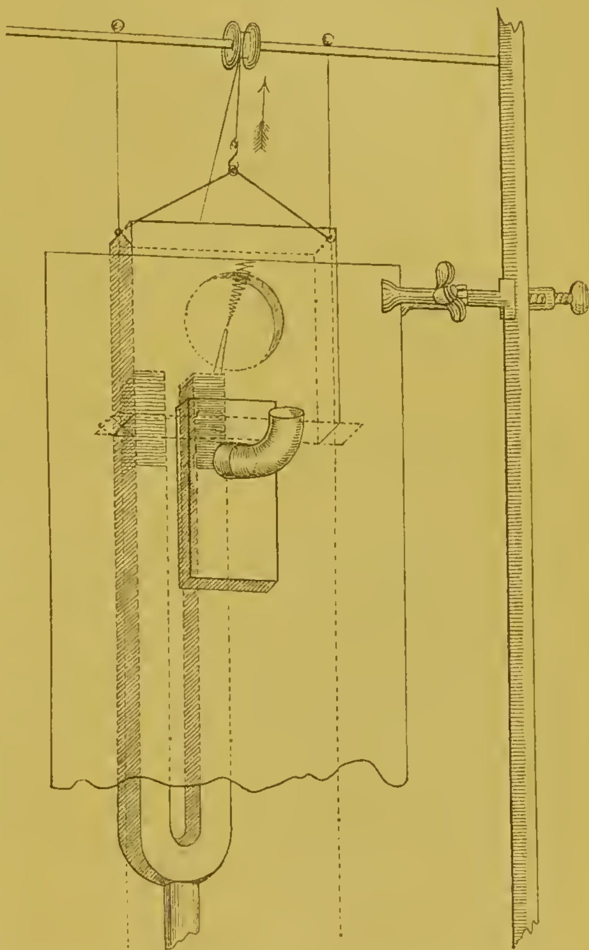
Häufig wird man selbst bei genauer Untersuchung kaum im Stande sein zu bestimmen, welche dieser vier Möglichkeiten vorliegt. Der Fall einer Blume, nehmen wir an einer Rose, wäre wohl höchst wahrscheinlich unter Nr. 2 einzureihen, was jedoch keineswegs erwiesen. Für eine große Anzahl der Schmeckstoffe unserer Speisen dürfte vielleicht der sub 4 angeführte Vorgang eine größere Rolle spielen. In dem einfachen Falle von künstlichen Parfums läuft in der Regel die Sache ohne weiteres durch gewöhnliche Verdampfung ab.

---

1) Wahrscheinlich ist die Oberflächenspannung der letzte Grund der sogenannten odoroskopischen Phänomene. Es gehört nicht zu unserer Aufgabe, dies weiter ergründen zu wollen.

Ich habe in Anbetracht dieser Schwierigkeiten nach einer allgemeinen Methode gesucht, mittels welcher man die Art und Weise der Verflüchtigung ermitteln kann, ohne vorher bestimmt zu haben, mit welchem der vier oben erwähnten Vorgänge man zu thun habe. Ich glaube ein solches Verfahren gefunden zu haben. Man denke sich (Fig. 1) einen nicht allzu kleinen Schirm aus Zink, welcher den Raum, worin der Beobachter sich befindet, mehr oder weniger von jenem abschließt, in dem die Versuche mit den Riechstoffen angestellt werden. Der Beobachter atmet in einer vollkommen geruchlosen Atmosphäre. An diesen Schirm ist an der Seite des Beobachters ein kleines Zinkkästchen ohne untere Wand gelötet, von 21 mm Breite, 9 mm Tiefe und 55 mm Höhe. An der Grenze zwischen dem obersten und mittleren Drittel ist ein nach aufwärts gebogenes Glasrohr von 11 mm Durchmesser luftdicht befestigt. Man aspiriert während des Versuches aus dem Kästchen, indem man das Rohr in eines der Nasenlöcher einführt, welches dadurch beinahe ganz abgeschlossen wird. Solch' eine Aspiration soll auf dieselbe Weise geschehen, als ob man an einer Blume röche, und währt in diesem Falle — (ich habe es graphisch verfolgt) — 1,5—2 Secunden. Die Luft im Kästchen wird dadurch nicht verdünnt, denn während sie durch das Glasrohr weggesogen wird, ersetzt sich der Verlust von selbst durch den offenen Boden.

Fig. 1.



Ermittelung der kürzesten Expositionsdauer eines Riechstoffs, welche zur Hervorbringung einer Geruchsempfindung genügt.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist die Luft im Kästchen geruchlos, denn sie befindet sich an der geruchlosen Seite des Schirms. Während des Versuches wird eine bestimmte Menge eines Riechstoffes zugeführt,

indem man eine riechende Fläche bei einer genau bestimmten Temperatur während einer gewissen Zahl von hundertstel Secunden der Luft innerhalb des Kästchens aussetzt.

Dies geschieht auf folgende Weise: Gerade gegenüber dem gläsernen Riechrohre von 11 mm Durchmesser befindet sich eine kreisförmige Öffnung in der Hinterwand des Kästchens und im angelöteten Schirm. Diese Öffnung hat einen Durchmesser von 14 mm, also einen Durchschnitt von 154 qmm. Vor dieser Öffnung vorbei bewegt sich ein längliches parallelwandiges Gefäß, welches Wasser von einer bestimmten Temperatur enthält und dessen Vorderseite eine größere oder kleinere riechende Oberfläche trägt. So lange diese Geruchsquelle vor der Öffnung sich befindet, kann sie Riechstoff an die Luft im Kästchen abgeben; sobald jene aber an der Öffnung vorbeigeführt worden, bleibt der Geruch an der anderen Seite des Zinkschirms und kann daher nicht wahrgenommen werden.

Die Bewegung des Gefäßes längs der Hinterwand des Schirmes wird gewöhnlich durch den Beobachter selbst mittels eines über eine kleine Rolle laufenden Schnürchens besorgt, wobei das Schälchen natürlich durch Leitstangen gelenkt wird, so dass es einen bestimmten Weg zurücklegt und die Riechfläche gerade mitten längs der Öffnung sich bewegt.

Die Geschwindigkeit, mit welcher dies geschieht, wird durch eine Stimmgabel angegeben, die während der Bewegung gegen die Hinterfläche des Wassergefäßes selbst ihre Schwingungen schreibt. Wir kennen also genau sowohl die Größe der Riechoberfläche und die Höhe der Temperatur, als auch die Dauer der Exposition. Letztere war stets verschwindend kurz im Vergleich mit der Länge einer ganzen Respiration. Die Dimensionen des Kästchens, die Stellung der einzelnen Teile und die Art des Atmens hingegen bleiben ganz unverändert.

Wir experimentierten auf diese Weise mit

gelbem Wachs;
mit Nelkenöl getränktem Filtrierpapier;
Kautschuk;
mit Ammoniaklösung getränktem Filtrierpapier.

Zu unseren ersten Versuchen verwendeten wir eine Wachsoberfläche von 94 qmm. Exposition während einer $^1/_{12}$ Secunde genügt nicht, um eine Geruchswahrnehmung zu erzeugen. Dagegen entsteht während einer $^1/_{10}$ Secunde bereits eine deutliche, sei es auch schwache Wahrnehmung. Wir dürfen daher schließen, dass 94 qmm gelben Wachses während 0,1 Secunde, einem Luftstrome von einer gewissen Schnelligkeit ausgesetzt, daran so viele riechende Partikelchen abgeben, dass das Minimum eines wahrnehmbaren Geruchseindruckes entsteht, wenn der-

selbe Luftstrom nachher durch die Nase geleitet wird. Wir multiplicieren diese zwei Zahlen:

94 qmm × 0,1 Secunde = 9,4 qmm-Secunden.

Wir dürfen ja a priori annehmen, dass es gleichgültig sein wird, ob man 1 qmm einer riechenden Oberfläche während 10 Secunden, oder ob man 10 qmm während einer Secunde der Luft aussetzt. Wenn man annimmt, dass die Luft sich in Bewegung befindet und man daher nicht mit der partiellen Spannung des Riechgases zu rechnen hat, lässt sich nicht einsehen, warum im ersten Falle eine andere Menge von der Riechoberfläche entweichen sollte als im zweiten, immer vorausgesetzt, dass die Fläche zu den echten Riechstoffen gehört, deren Riechvermögen sich in keinem Falle in kurzem Zeitverlaufe verändert.

Dass diese Annahme a priori wirklich gestattet ist, erhellt aus einem Versuche, welchen wir unmittelbar nach dem vorigen anstellten. Nach Verkleinerung der Riechoberfläche von 94 qmm auf 19 qmm bemerkten wir sofort, dass die Expositionsdauer beträchtlich länger sein musste, um einen Geruchseindruck zu erzeugen. Erst 0,50 Secunde erwies sich als genügend.

Man erhält also:

19 qmm × 0,50 Secunden = 9,5 qmm-Secunden,

wie man sieht, ein beinahe vollkommen gleiches Resultat, wie bei grösserer Oberfläche und kürzerer Expositionsdauer. Für verschiedene Individuen jedoch werden diese Ziffern nicht gleich sein.

Mein Amanuensis, ein junger Mann von besonders scharfem Riechvermögen, fand für eine Wachsfläche von 19 qmm eine Expositionsdauer von 0,25 Secunden bisweilen genügend, manchmal unzureichend. Nehmen wir daher 0,30 Secunden als einen genügende Sicherheit bietenden Zeitraum an, so finden wir für diesen Beobachter:

19 qmm × 0,30 Secunden = 5,7 qmm-Secunden.

Leider wurde an diesem Tage versäumt, durch olfactometrische Beobachtungen das Verhältnis der Riechschärfe des Amanuensis und meiner eigenen gleichzeitig festzustellen, so dass demzufolge der Unterschied im minimum perceptibile quantitativ nicht ganz erklärt ist. Aus einer großen Anzahl anderer, zu anderen Zeiten angestellter Versuche darf man jedoch schließen, dass dieser Amanuensis durchschnittlich über ein schärferes Riechvermögen als ich selbst verfügte.

In derartigen Versuchen wird man sehr vorsichtig bei der Schätzung solcher Zahlen sein müssen. Das hier erhaltene minimum perceptibile gilt ja nur für einen bestimmten Zustand des Sinneswerkzeuges und wir Alle wissen, wie sich dieser fast täglich verändert. Erkältungen, Tabaksrauch u. s. w. stumpfen die Schärfe unseres Geruchsorgans für kürzere oder längere Zeit ab. So fand ich eines Tages, dass meine

eigene, mittels des später zu beschreibenden Olfactometers bestimmte Riechschärfe $^3/_8$ von der gewöhnlichen zeigte, für eine Wachsfläche von 122,5 qmm bei folgender Expositionsdauer:

Ein deutlicher Geruchseindruck entstand in $^{20}/_{60}$, $^{20}/_{60}$ und $^{14}/_{60}$ Secunden. Ein unsicherer Geruchseindruck in $^8/_{60}$, $^7/_{60}$ und $^{12}/_{60}$ Secunden. Nehmen wir daher eine Expositionszeit von $^{13}/_{60}$ Secunden = 0,22 Secunden als die Schwellenwerte an, so finden wir:

$$122{,}5 \text{ qmm} \times 0{,}22 \text{ Secunden} = 26{,}95 \text{ qmm-Secunden.}$$

Es ist nun höchst auffallend, dass diese Ziffer fast genau $^8/_3$ mal größer ist als jene, welche ich für das normale Geruchsorgan ermittelt hatte.

Allein nicht nur der zeitweilige Zustand des Geruchsorgans, sondern auch die Temperatur der Riechoberfläche ist von Einfluss. Die zuletzt mitgeteilten Zahlen galten für 11° C. Wird nun das Wasser im Gefäß auf 17° C. erwärmt, so kann man die Expositionsdauer auf $^9/_{60}$ Secunden vermindern. Das minimum perceptibile ist folglich:

$$122{,}5 \times 0{,}15 = 18{,}375 \text{ qmm-Secunden.}$$

In einem anderen Falle wurde durch Abkühlung auf 3° C. die Reizschwelle doppelt so groß als bei 10° C. gefunden.

Man erfährt so, von wie viel Einflüssen das quantitative Resultat dieser Versuche abhängig ist. Für einen Teil ist dies von physiologischen, für einen andern von physikalischen Variabeln abhängig, daher man beide in Rechnung ziehen muss. Ich führte im Obigen eine neue Einheit, die qmm-Secunde, ein, um die Menge Riechstoffes zu messen, welche in derartigen Versuchen, wie die oben beschriebenen, von der riechenden Oberfläche entweicht, gleichgültig ob durch Verflüchtigung oder Chemismus. Ich werde diese Einheit die g e n e t i s c h e E i n h e i t des Geruches nennen. Ihre Berechtigung stützt sich auf die bereits a p r i o r i sehr wahrscheinliche Hypothese, dass die Menge der riechenden Partikelchen, welche von einem Körper abgegeben werden, bei unveränderlicher Oberfläche proportional sein wird der Zeit, und bei unveränderlicher Expositionsdauer der Oberfläche, stets unter der Voraussetzung, dass die Luft in Bewegung sei. Ihre empirische Begründung findet sich in dem ersten der oben mitgeteilten Versuche, durch welchen in der That die zusammengestellte Proportionalität bestätigt wird. Zu weiterer Bekräftigung sei hier noch ein gleichartiger Versuch mitgeteilt:

I. Riechoberfläche von 122,5 qmm gelben Wachses; bei Expositionsdauer von $^1/_{12}$ Secunde wurde bisweilen ein Wachsduft wahrgenommen; bei Expositionsdauer von $^1/_{10}$ Secunde jedoch immer. Die Reizschwelle beträgt demnach:

$$122{,}5 \text{ qmm} \times 0{,}10 \text{ Secunden} = 12{,}25 \text{ qmm-Secunden.}$$

Riechoberfläche von 63,6 qmm gelben Wachses; bei Expositionsdauer

von $^1/_6$ Secunde wurde bisweilen Wachsduft bemerkt, bei Exposition von $^1/_5$ Secunde jedoch stets.

Für die Reizschwelle finden wir daher:

63,6 qmm × 0,20 Secunden = 12,72 qmm-Secunden.

II. Wachsoberfläche von 122,5; Beobachter H.

positiv $^1/_{12}$ Secunde,
zweifelhaft $^1/_{15}$ Secunde,

also 122,5 qmm × 0,085 Secunden = 10,2 qmm.

Wachsoberfläche von 63,6 qmm; Beobachter H.

positiv $^1/_6$ Secunde,
negativ $^2/_{15}$ Secunde,

daher 63,6 qmm × 0,17 Secunden = 10,6 qmm-Secunden.

III. Ein dritter Beobachter, mein Assistent Dr. Cramer, welcher, zur Zeit Reconvalescent von einer heftigen acuten Erkältung, eine krankhafte Erhöhung der Riechschärfe zeigte, fand bei 15° C. für eine Wachsoberfläche von 122,5 qmm positiv 7, 5, $2^1/_2$, $2^1/_2$, $3^1/_2$ halbe Schwingungen der Stimmgabel von 30 vollständigen Schwingungen per Secunde.

Für eine Wachsoberfläche von 63,6 qmm: positiv 5 deutliche, 4 äußerst schwache, 10 sehr zweifelhafte.

Schwelle von 122,5 qmm

122,5 qmm × 0,0425 Secunden = 5,1 qmm-Secunden.

Schwelle von 63,6 qmm

63,6 qmm × 0,075 Secunden = 4,77 qmm-Secunden.

Ich erwähnte bislang nur Versuche mit Wachsoberflächen. Es folge hier ein Experiment mit Nelkenöl, welches in einer gleichmäßigen Schicht über eine Oberfläche von 50 qmm aufgetragen war. Bereits bei Expositionsdauer von $^2/_{60}$ Secunde gewahrte ich einen schwachen deutlichen Eindruck. Wir finden daher in genetischen Einheiten als minimum perceptibile:

50 qmm × 0,033 Secunden = 1,6 qmm-Secunden.

Ich verkleinerte darauf die Oberfläche auf 19,5 qmm. $^2/_{60}$ Secunden erwiesen sich dann entschieden zu kurz. In fünf Beobachtungen wurde nur zweimal ein äußerst geringer, mehr oder weniger unbestimmter Eindruck empfunden. $^3/_{60}$ Secunden erzeugten bereits einige deutliche positive Wahrnehmungen. Doch erst bei $^4/_{60}$ Secunden war die Empfindung immer unzweifelhaft, daher

19,5 qmm × 0,066 Secunden = 1,29 qmm-Secunden.

Diese Zahlen bieten nicht so große Übereinstimmung, wie jene für Wachsflächen erhaltenen, was vermutlich der kürzeren Expositionsdauer zuzuschreiben, welche mit der 60 halbe Schwingungen per Secunde ausführenden Stimmgabel nicht genügend genau gemessen werden kann, da die Expositionsdauer nur 2, 3 und 4 halben Schwingungen entsprach.

Schließlich noch ein paar andere Versuche.

Ich fand für ein Kautschukplättchen von 18,1 qmm Oberfläche eine Expositionsdauer von $^6/_{60}$ Secunden hinreichend. Das minimum perceptibile beträgt also in genetischen Einheiten

$$18{,}1 \text{ qmm} \times 0{,}1 \text{ Secunde} = 1{,}81 \text{ qmm-Secunden.}$$

Ich ersetzte hierauf das Plättchen durch mit einer Ammoniaklösung getränktes Löschpapier. Die Lösung wurde allmählich mehr und mehr verdünnt, bis dass die das minimum perceptibile erzeugende Expositionsdauer beiläufig jener für das Kautschukplättchen entsprach. Dies war ungefähr der Fall bei einer 0,5 Normallösung, wofür eine Exposition von $^5/_{60}$ Secunde hinreichend schien; also in genetischen Einheiten

$$18{,}19 \text{ mm} \times 0{,}008 = 1{,}45 \text{ qmm-Secunden.}$$

An einem andern Tage wurde der Versuch in einem Augenblicke wiederholt, als die Riechschärfe des Beobachters herabgesetzt war. Die Expositionsdauer war dann sowohl für Kautschuk als für die 0,5 Normal-Ammoniaklösung $^{10}/_{60}$ Secunde. Wir dürfen deshalb annehmen, dass unter den Bedingungen des Experimentes beide Flächen eine vollkommen gleiche Riechkraft besaßen.

Solche Beispiele könnte man ins Unendliche vervielfältigen. Das Obige jedoch zeigt genügend, dass mittels dieser Methode Resultate erlangt werden können, welche für die Physik der Gerüche von größter Bedeutung sind. Die Riechkraft der verschiedenen festen Körper und Flüssigkeiten kann auf diese Weise leicht untersucht werden bei verschiedenen Temperaturen, bei verschiedenen Feuchtigkeitszuständen der Luft, nach Gewittern u. s. w. — Auch künstliche Ozonentwicklung in der Luft des Glasses, in welchem man experimentiert, kann eingeleitet und deren Einfluss auf die Riechkraft erforscht werden.

Unsere Untersuchungen führten uns seitdem auf einen anderen Weg, so dass wir die Methode in dieser Richtung nicht weiter verfolgen konnten.

Die oben eingeführte genetische Einheit wird sich bei diesen Forschungen sehr brauchbar erweisen. Man wird jedoch zu bedenken haben, dass das minimum perceptibile eine physiologische Größe ist mit allen damit verbundenen Variationen. Überdies bedarf es keines näheren Beweises, dass sie eine Function der Anzahl der freigewordenen riechenden Partikelchen ist, sogar bis zu einer gewissen Höhe durch diese Anzahl gemessen wird. Jedoch die Zahl der Partikelchen, welche der Empfindung zu gute kommt, steht in keinem festen Verhältnis zu der Zahl, welche sich in der Umgebung verbreitet. Es sind die Versuchsbedingungen, welche dieses Verhältnis bestimmen und welches daher so constant wie möglich gehalten werden soll.

Noch auf eine andere Weise als durch den Geruch wird für echte zusammengesetzte Riechstoffe das Verhältnis ermittelt werden können,

in welchem sie, so sie gerochen werden, riechende Partikelchen abgeben, und zwar mit Hilfe einer Methode, die Tyndall seiner Zeit anwendete, um das große Absorptionsvermögen der Riechgase für strahlende Wärme zu zeigen. Er tränkte einige viereckige Stückchen Filtrierpapier und rollte sie zu Cylindern von 5 cm Länge. Diese Cylinder wurden mit ätherischem Öl befeuchtet, indem sie mit einem der Enden in Öl gestellt wurden, das sich dann durch Capillarität über deren ganze Länge verbreitete. Darauf schob man sie in Glasrohre, in welche sie ungefähr hineinpassten, die an einer Seite mit einem trocknen Rohr, an der andern mit einem Apparate zur Bestimmung des Absorptionsvermögens verbunden wurden. Man lässt aspirierend trockene atmosphärische Luft durch das Riechcylinderchen nach dem Absorptionsapparat streichen und bestimmt dann den Absorptions-Coefficienten für strahlende Wärme. Dieser zeigt sich im Vergleich mit anderen Stoffen überraschend hoch. Stellt man das Absorptionsvermögen für trockene Luft unter 760 mm Hg Druck für strahlende Wärme = 1, so beträgt dies für

| | |
|---|---|
| Patchuli . . . . . . | 30 |
| Sandelholz . . . . . . | 32 |
| Geranium . . . . . . . | 33 |
| Gewürznelkenessenz . . | 33,5 |
| Rosenöl . . . . . . . | 36,5 |
| Bergamott . . . . . | 44 |
| Orangenblüten . . . . | 47 |
| Lavendel . . . . . . . | 60 |
| Citronen . . . . . . . | 65 |
| Orangenessenz . . . . | 67 |
| Thymian . . . . . . . | 68 |
| Rosmarin . . . . . . . | 74 |
| Lorbeeröl . . . . | 80 |
| Kamillen . . . . . . . | 87 |
| Zimmtöl . . . . . . | 109 |
| »Grande Lavande« . . . | 335 |
| Anisette . . . . . . . | 372 |

Tyndall nimmt daraus Anlass zur Bemerkung, dass eine über einem Blumenbeete schwebende Duftwolke mehr Wärme absorbiert, als die ganze Atmosphäre [1]).

1) Das große Absorptionsvermögen der Riechstoffe für strahlende Wärme hängt möglicherweise mit deren besonders hohem Molekulargewicht zusammen. Solche große Moleküle zeigen nach W. H. Julius meistens zahlreiche und breite Absorptionsbänder in ihrem Wärmespectrum, so dass auch das Absorptionsvermögen sehr bedeutend sein muss.

Wie erwähnt, wird man sich dieses Hilfsmittels zur Bestimmung der Riechstoffmenge, welche eine riechende Oberfläche abgiebt, bedienen können. Da seine Anwendung jedoch große Übung in physikalischen Experimenten erheischt, sah ich davon ab und nahm zu obiger Messmethode, chronoskopisch und mittels meines eigenen Geruchsorganes, Zuflucht. Sie mag vielleicht mehr Fehlerquellen enthalten als die physikalische Methode in einem vortrefflich eingerichteten Laboratorium, für vergleichende Bestimmungen, jedoch dürfte sie sich wenigstens ebenso genügend erweisen, da sie viel leichter etwaige Modificationen der Versuchsbedingungen zulässt, deren Einfluss und Wirkung man zu prüfen beabsichtigt.

Wie verhalten sich nun die riechenden Partikelchen, nachdem sie von der Geruchsquelle, gleichgültig ob von harten Körpern oder von Flüssigkeiten, in die Luft übergegangen?

Man findet in der Litteratur über die Übertragung der Gerüche nur einzelne Beobachtungen verzeichnet. Cloquet[1]) weist in seinem klassischen Werke über die Physiologie und Pathologie des Geruches nach, wie Gerüche in der Luft gleich einer Flüssigkeit in einer anderen sich verbreiten. Die Bewegung ist weder rasch, noch einer Reflexion oder Brechung unterworfen. Wenn die Atmosphäre in Ruhe ist, meint Cloquet, sei es klar, dass die Stärke des wahrgenommenen Geruches umgekehrt proportional zur Entfernung sein müsse, obgleich die Leichtigkeit, womit Riechstoffe sich verbreiten, sehr verschieden. So z. B. bleibt der Rosenduft an dem Strauche hängen, welcher ihn erzeugt, während man dagegen ein Resedabeet in der Entfernung riecht[2]).

Auch Bidder unterlässt nicht zu bemerken, dass einige Gerüche sich weit umher, andere nur in einem engen Umkreise verbreiten. Von Vintschgau citiert diese Stelle ohne Zusatz. In der That wurde dieser Gegenstand, so weit ich es verfolgen konnte, seit der Zeit, als Bidder geschrieben, bis auf von Vintschgau's[3]) Physiologie des Geruchs, von keinem einzigen Schriftsteller berührt, und kam während dieses langen Zeitraumes nur einmal zur Sprache. R. Fröhlich[4]) gründete im Jahre 1851 darauf ein Verfahren, um eine Verschärfung des Geruches nachzu-

1) H. Cloquet, Osphrésiologie. Ed. II. Paris 1821. p. 47.

2) C'est ainsi que le parfum des roses, par exemple, semble se concentrer autour du buisson qui lui a donné naissance; on peut passer près d'un bouquet de rosiers fleuris sans presque s'en apercevoir; on ne passera pas de même auprès d'un humble pied de réséda. Les fleurs du Stapelia variegata ne se sentent aussi que lorsqu'on a le noz dessus. L'ambre gris, au contraire, fraîchement rejeté sur le rivage, répand au loin un parfum qui guide les pêcheurs dans la recherche de cette substance précieuse. (Cloquet p. 47.)

3) von Vintschgau in Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. II. 2. 1880.

4) R. Fröhlich, Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturhist. Klasse. VI. 1851. S. 322.

weisen, welcher er im Laufe pharmako-dynamischer Versuche begegnete. Er blies nämlich mit Amylum gemengtes Strychnin in die Nase, worauf bald eine Zunahme der Geruchsschärfe bemerkbar wurde. Kleine Fläschchen mit Riechstoff wurden in einiger Entfernung von der Nase geöffnet. Je weiter entfernt sie gehalten werden konnten, um doch noch eine Geruchswahrnehmung zu erzeugen, desto größer die Riechschärfe für einen bestimmten Geruch. Über der Mündung des Fläschchens dürfte ja eine Luftschicht gewesen sein, welche man als ziemlich mit Riechstoff gesättigt sich vorstellen kann. Und von dieser constanten Quelle her strömt in einem bestimmten Verhältnisse durch Diffusion ein Duftnebel in die Umgebung ab. Dies verhält sich so, wenn die Atmosphäre ruhig ist und der Versuch nicht zu lange fortgesetzt wurde. Nur in diesem Falle allein hat man in dem einfachen Versuche ein Mittel zur Messung der Geruchsschärfe. In der Richtung von der Peripherie nach der Mündung des Fläschchens begegnet man allerlei Concentrationsgraden. Man wählt jenen, welcher eben eine Empfindung hervorruft. Fröhlich fand, dass man unter dem Einflusse des Strychnins das Fläschchen in größerer Entfernung halten konnte, man daher einen schärferen Geruch besaß. Der Unterschied erwies sich als sehr auffallend. Auf dieselbe Weise wurde die Einwirkung noch anderer Alkaloide auf das Riechvermögen untersucht.

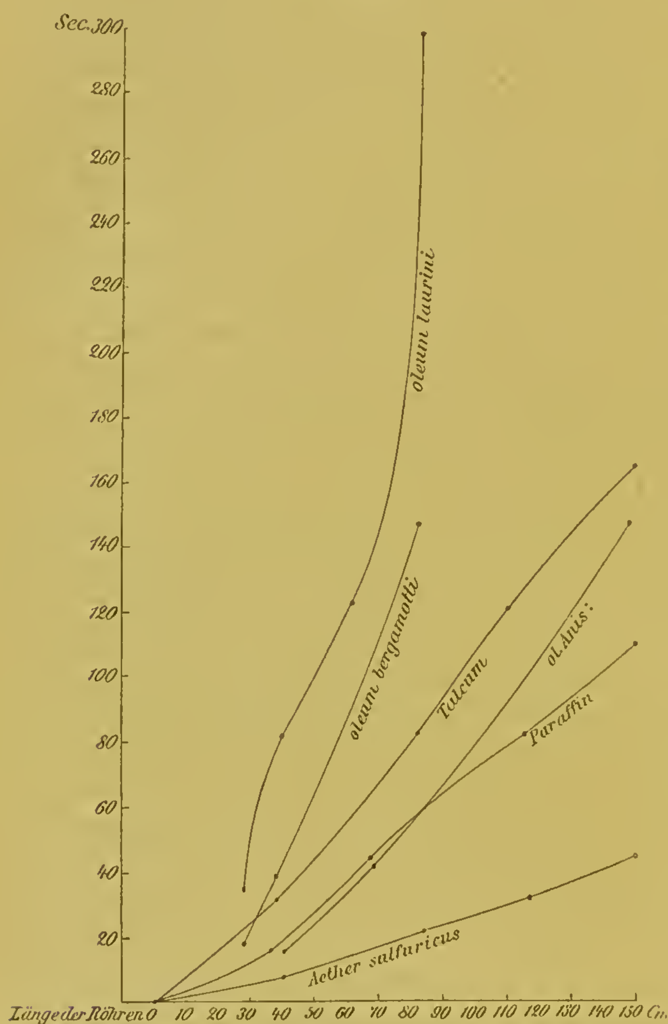
Wie schön auch Fröhlich's Untersuchungen vom pharmako-dynamischen Standpunkte sein mögen, brachten sie dennoch für die Kenntnis der Diffusion der Gerüche keinen Gewinn, denn er versäumte die Bedingungen seiner Versuche einer genauen Prüfung zu unterwerfen oder es wurden, falls er es dennoch gethan, kritische Betrachtungen darüber nicht veröffentlicht. Und so befinden wir uns 73 Jahre nach Cloquet noch auf dem gleichen Standpunkte wie dieser Schriftsteller, als er zur Zeit angab, dass sich Gerüche in der Luft wie eine Flüssigkeit in einer anderen verbreiten. Bedenkt man dabei einerseits, dass Liégeois die Hypothese aufstellte und zu begründen suchte, dass die Riechstoffe in der Luft häufig in der Form von äußerst feinen Tröpfchen vorhanden sind, und andererseits in jüngster Zeit wieder Stimmen zu Gunsten einer dynamischen Theorie sich erhoben, so ist es klar, dass es nicht gestattet ist, dasjenige, was wir von den Gasen wissen, ohne weiteres auf die Riechstoffe zu übertragen. Ich habe versucht, in diese Sache etwas mehr Klarheit zu bringen durch Experimente über die Diffusion der Gerüche.

Anfangs benutzten wir weite Glasröhren von 4 cm Durchmesser, doch von verschiedenen Längen. An das eine Ende versetzten wir die Geruchsquelle, welche im gegebenen Falle aus einem Stück Löschpapier gebildet wurde. Dieses wurde in einem bestimmten Augenblicke mit einem ätherischen Öle befeuchtet. In anderen Fällen benutzten wir eine Pappschachtel, deren Boden mit festem Riechstoffe bedeckt war. In

beiden Fällen betrug die riechende Oberfläche immer genau 1259 qmm, d. h. der ganze Durchschnitt des Rohres. Die andere Öffnung des Rohres blieb offen und der Beobachter hatte einfach daran zu riechen, indem er nicht in die, sondern vor der Öffnung aspirierte.

Das Rohr wurde in der Regel dabei horizontal gestellt; es geschah immer bei den Versuchen, deren numerische Ergebnisse ich hier mitteile. Nennen wir die Zeit, welche verläuft, nachdem man an das eine Ende die Riechquelle angebracht hatte, bis man am andern einen schwachen Geruchseindruck wahrnimmt, die Diffusionszeit, so zeigt es sich erstens, dass sie ziemlich bedeutend, und zweitens ungemein verschieden ist.

Fig. 2.




Diffusion durch trockene Glasröhren von 4 cm Durchmesser.

Die Menge Riechstoffes, welche sich bereits in der ersten Secunde an dem geschlossenen Ende ansammelt, war immer maximal im Vergleiche mit der für das minimum perceptibile erforderlichen Quantität. Wir verwendeten unter anderen dieselben Stoffe, mit denen wir zuvor die oben beschriebenen odorimetrischen Experimente angestellt hatten. Und mit hundertmal kleineren Oberflächen erhielten wir dann in einer halben Secunde bereits mehr als genug Riechstoff, um eine deutliche Wahrnehmung hervorzurufen. Wir dürfen daher annehmen, dass in den ersten Augenblicken, in einem Bruchteile einer Secunde am Löschpapier oder an der riechenden Fläche, physiologisch gesprochen, ein Übermaß

von riechenden Molekülen vorhanden ist. An der langen Diffusionszeit ist also nicht die Langsamkeit der Verdampfung schuld, sondern einzig und allein die geringe Schnelligkeit, mit welcher die Diffusion vor sich geht.

In Fig. 2 (S. 32) sind die Ergebnisse einiger Versuche zusammengestellt, nämlich für:

Aether sulfuricus,
Paraffin,
Oleum Anisi,
Hammeltalg,
Oleum Bergamotti,
Oleum Laurini.

An der Abscissenachse ist die benutzte Röhrenlänge, an der Coordinatenachse die Secundenzahl verzeichnet, nach welcher an der offenen Mündung ein schwacher Geruch wahrgenommen wurde.

Die Curven verlaufen, wie ersichtlich, nur äußerst wenig gekrümmt. Man muss daher im Allgemeinen schließen, dass Riechreize in Röhren sich durch Diffusion mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortpflanzen. Bläst man durch ein solches Rohr nach Beendigung des Versuches frische Luft und stellt es zur neuen Benutzung auf, so bemerkt man, dass es noch einen ziemlich starken Geruch abgiebt. Wischt man dann die innere Wand mit trockener entfetteter Baumwolle ab, so wird das Rohr ganz geruchlos sein. Der Geruch haftete daher an der Wand.

Die verschiedenen Gerüche haben nicht im gleichen Maße die Eigenschaft, an Glaswänden zu haften. Dies ist bei ätherischen Ölen in ungewöhnlich starkem Grade der Fall. Nicht nur an Glas, sondern auch an anderen Körpern findet diese Adhäsion statt, sehr stark auch an Kautschuk [1]). Diese Eigentümlichkeit ist auch die Ursache, warum man Kautschukröhren bei Riechversuchen vermeiden soll, denn abgesehen von dem specifischen Geruch, welchen sie selbst haben, halten sie so viel von den Riechgasen fest und sind so schwer davon zu reinigen, dass man besser thut, dieser Fehlerquelle ganz aus dem Wege zu gehen.

Es scheint mir, dass meine Glasröhren desto weniger zur Adhäsion von Riechgasen Veranlassung gaben, je trockener sie waren. Wir pflegen sie daher mit Alkohol auszuwischen und dann am Ofen zu trocknen.

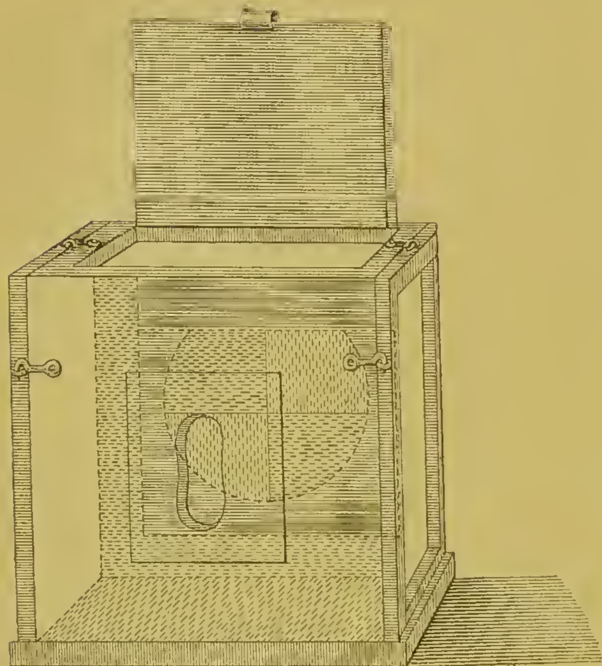
Außer mit Röhren von 4 cm Durchmesser machten wir auch noch Versuche mit Röhren von geringerer Weite. Es schien dann jedoch, dass keine genügende Übereinstimmung der unter denselben Verhältnissen gemachten Beobachtungen zu erzielen war. Ursache hiervon war wahr-

1) Man vergleiche Th. W. Engelmann, Über die Flimmerbewegung. Leipzig 1868. S. 41 Anmerkung, woraus ich diese Bemerkung entnehme.

scheinlich die ungleiche Adhäsion, welche hier viel störender wirkt, sowie der Einfluss der einmal günstigeren, ein andermal ungünstigeren Haltung der Nase.

Diffusionsversuche im offenen Raume sind wegen der Luftströmungen, welche jederzeit in unseren Gemächern bestehen, äußerst schwierig. Diese Strömungen werden überdies noch durch die unvermeidlichen Bewegungen des Beobachters vermehrt. Wir benutzten daher ein Kästchen (Fig. 3) von 30 Liter Luft Inhalt[1]), dessen obere und vordere Wand, sowie die seitlichen Wände schnell entfernt werden konnten, um sie durch Hin- und Herbewegung in reiner Luft von dem anhaftenden Riechgas zu befreien.

Fig. 3.



Kästchen zu Diffusionsversuchen.

Wir hingen in die Mitte ein mit gelbem Wachs überzogenes Glaskügelchen und brachten in einer der Wände eine Öffnung von 60 mm Höhe und 27 mm Breite an, gerade genügend weit, um die Nase einzuführen. Dann suchten wir den Augenblick zu bestimmen, wann der Wachsduft nach Einbringen des Glaskügelchens zum erstenmale gerochen wurde. Die Anzahl Secunden war jedoch zu wenig übereinstimmend, um eine Durchschnittszahl aus diesen Beobachtungen erzielen zu können, daher ich diese Versuche vorläufig einstellte. Offenbar werden durch die Wärme der Nase und durch die kleinen Aspirationen aus dem Kästchen, welche dann und wann selbst bei der größten Vorsicht unvermeidlich sind, noch zu viele Luftströmungen im abgeschlossenen Raume erzeugt.

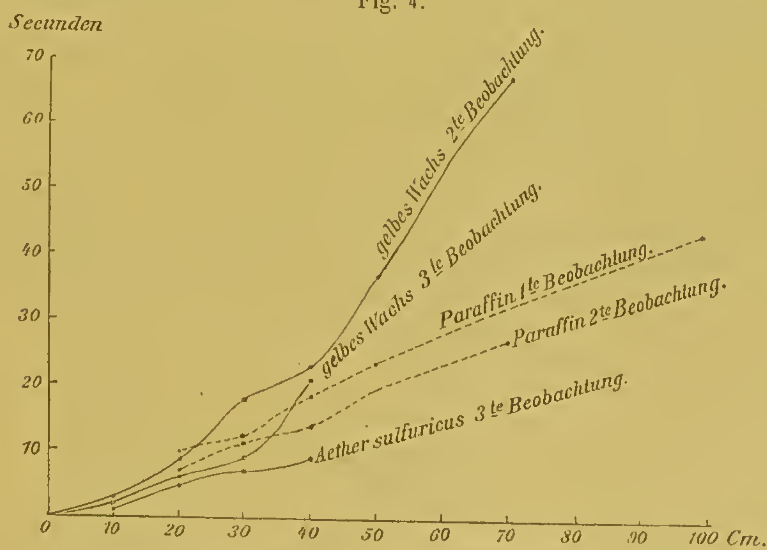
Wir ersetzten dann das Kügelchen durch eine breite große Wachsfläche, welche gegenüber der Nasenöffnung angebracht und vorläufig durch ein Metallschirmchen bedeckt wurde. Ein Gehülfe zog das Schirmchen im Augenblicke des Beginnes des Versuches in die Höhe und der Wachsgeruch konnte sich sofort im Kästchen verbreiten. Dann wurde der

1) Die Länge des Kästchens betrug 47, die Breite 23 und die Höhe 28 cm.

erste Augenblick bestimmt, in welchem der Beobachter eine schwache Geruchsempfindung wahrnahm. Wir experimentierten außer mit Wachs auch mit einer ganzen Anzahl anderer Stoffe, nur für einige wenige jedoch sammelten wir eine genügende Zahl Beobachtungen, um Mittelwerte berechnen zu können. Die festen Stoffe werden auf großen Flächen von 200, 223 oder 263 qcm ausgebreitet, die Flüssigkeiten auf Filtrierpapier gebracht.

| 15° C. | Bestimmung auf 40 cm | riechendes Princip |
|---|---|---|
| Essigäther | 4 Sec. | Alkylester |
| Schwefeläther | 9 - | Äther |
| Glycerinseife | 10 - | mir unbekanntes Parfum |
| Talg | 10 - | flüchtige Fettsäuren |
| Paraffin | 18 - | durch Erhitzung entstandenes Spaltungsprodukt |
| Kampfer | 19 - | Camphora |
| Gelbes Wachs | 20 - | verschiedene Riechstoffe des Honigs |
| Terpentin | 22 - | Oleum Terebinthinae |
| Gewürznelkenöl | 30 - | Oleum Caryophyllorum |
| Vulcanisierter Kautschuk | 45 - | mir unbekannte Verbindungen. |

Fig. 4.




Diffusion von Riechstoffen im abgeschlossenen Raume.

Für eine beschränkte Anzahl von Stoffen wurden die Beobachtungen in verschiedenen Entfernungen angestellt und die Ergebnisse sind auf der graphischen Darstellung (Fig. 4) zusammengestellt. Die Abscissenachse

zeigt die Entfernungen, in welchen der Geruch diffundierte, die Ordinaten die Secundenzahl, nach deren Ablauf der erste Geruchseindruck wahrgenommen wurde.

Auch diese Curven ziehen mehr oder weniger gerade, obwohl weniger regelmäßig als die der Glasröhren. Einige haben die Neigung, in größeren Entfernungen in die Höhe zu steigen. Dies zeigt sich sehr deutlich bei den Curven des gelben Wachses, welcher Geruch also anfänglich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, später weniger schnell sich verbreitet.

Die Verbreitung des Riechgases, welche wir hier studieren, hat anfänglich einigermaßen freien Spielraum, was von der 4.—5. Secunde ab hingegen nicht länger der Fall ist, denn dann hat die Duftwolke sich so sehr ausgebreitet, dass sie das Kästchen über seine ganze Weite anfüllt. Den Kasten könnte man also mit einem sehr weiten Canal von 6,5 qdm Durchschnitt vergleichen. Der Vorteil so weiter Röhren über die engeren, mit welchen wir früher experimentierten, besteht nur darin, dass die Adhäsion gegen die Wand kaum in Betracht kommt. Die gleichmäßige Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Geruchswahrnehmungen darf uns daher nicht befremden, wohl aber deren Verzögerung bei großen Entfernungen. Vergleicht man die Resultate bei solchen äußerst weiten Canälen mit jenen bei verhältnismäßig engen Röhren, so ist der Unterschied für adhärierende Riechstoffe augenfällig. In den engen Canälen findet anfangs eine Verzögerung statt. Ich fand bei vergleichenden Bestimmungen folgendes:

Fortpflanzung auf 40 cm.

| Weite Röhren | | Enge Röhren |
|---|---|---|
| in 9 Secunden | Schwefeläther | in 9 Secunden |
| - 10 - | Hammeltalg | - 34 - |
| - 18 - | Paraffin | - 18 - |
| - 20 - | Wachs | - 65 - |
| - 22 - | Terpentin | - 80 - |
| - 30 - | Gewürznelkenöl | - 75 - |
| - 45 - | Kautschuk | - 45 - |

Offenbar sind die Unterschiede am größten bei Riechstoffen, welche leicht an den Glaswänden haften und zum Teile daran hängen bleiben, anstatt weiter zu diffundieren.

Es hat für die Kenntnis der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gerüche die erste Reihe der Tabelle viel größeren Wert als die letzte. Wir

können also die Fortpflanzungsschnelligkeit im Kästchen ungefähr als richtig annehmen.

Wir unterschieden scharf im Vorhergehenden zwischen der Diffusion der Riechstoffe und der Geschwindigkeit, mit welcher ein Geruchsreiz sich fortpflanzt. Unter ersterer verstehen wir die Verbreitung der Moleküle des Stoffes, gleichgültig ob sie dicht genug aneinandergehäuft sind, um Geruchsempfindungen auszulösen, oder nicht; unter letztgenannten hingegen die Weiterbeförderung dieser Moleküle in so großer Menge und in so beträchtlicher Dichtigkeit, dass sie mit einem normalen Sinneswerkzeug gerochen werden können. Da erst durch letzteren Umstand die Riechstoffe zu Gerüchen im engeren Sinne werden, können wir der Kürze halber auch von der Weiterbeförderung oder Fortpflanzung der Gerüche durch Diffusion sprechen. Wir wissen also, dass die Geschwindigkeit, womit diese Fortpflanzung der Gerüche in cylindrischen Räumen ohne etwaige Störung durch Adhäsion oder Luftströmungen vor sich geht, ausschließlich durch Diffusion geschieht. Die Schnelligkeit ist gleichmäßig in allen Teilen der Bahn, mit Ausnahme in großen Entfernungen von der Riechquelle. Wir begehen daher keinen Irrtum, wenn wir diese gleichmäßige Fortpflanzungsgeschwindigkeit in cylindrischen Räumen als ungefähr gleich mit der anfänglichen Fortpflanzungsschnelligkeit betrachten, mit welcher ein Geruch von einer Fläche ausgehend bei vollkommener Windstille in der freien Luft sich verbreitet. Dadurch erhält das in einem besonderen Falle gewonnene Ergebnis allgemeinere Bedeutung, nämlich als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Geruches. Wir fanden bei Berechnung aus unseren Beobachtungen diese Geschwindigkeit für den ersten Teil der Bahn wie folgt:

Fortpflanzungsschnelligkeit der Gerüche in der Nähe der Riechquelle.

| | |
|---|---|
| Aether aceticus . . . . . | 10,0 cm per Secunde |
| Aether sulfuricus . . . . | 4,4 - - - |
| Talg . . . . . . . . . . | 4,0 - - - |
| Paraffin . . . . . . . . | 2,2 - - - |
| Kampfer . . . . . . . . | 2,1 - - - |
| Gelbes Wachs . . . . . | 2,0 - - - |
| Terpentin . . . . . . . | 1,8 - - - |
| Nelkenöl . . . . . . . . | 1,3 - - - |
| Kautschuk . . . . . . . | 0,9 - - - |

Annäherungsweise wird man aus diesen Ziffern auch die Zeit berechnen können, welcher ein Geruch bedarf, um sich in abgeschlossenen Räumen bei unbewegter Luft auf bestimmte Entfernungen zu verbreiten. Wie bereits erwähnt, führte Fröhlich im Jahre 1851 mehrere Versuche über

die Verschärfung des Riechvermögens durch Strychnin aus. Er fand, dass, wenn ein Fläschchen mit Nelkenöl geöffnet, und dann längs eines Lineals der Nase genähert wird, wir unter normalen Verhältnissen die erste Geruchswahrnehmung in einer Entfernung von 14 cm gewahr werden. Die concreten Werte schwankten 4 cm über oder unter diesem Durchschnittsbetrag. Es scheint daher, dass die Wahrnehmungen ungefähr 5—9 Secunden nach Eröffnung des Fläschchens stattfanden, und die großen Schwankungen der Ergebnisse der schnelleren oder langsameren Verdunstung der Riechquelle zugeschrieben werden müssen. Wird ein solcher Versuch in einer gewöhnlichen Stube gemacht und befindet sich darin zufällig am anderen Ende ein zweiter Beobachter, so wird dieser dieselbe Geruchswahrnehmung, welche der erste unmittelbar sofort nach Eröffnung des Fläschchens empfunden hatte, immer erst nach einer verhältnismäßig längeren Zwischenzeit bekommen. Und kein Wunder, denn die Fortpflanzung auf eine Entfernung von z. B. 4 m wird nicht weniger als fünf Minuten benötigen[1]).

Außer durch Diffusion verbreiten sich Gerüche durch den Wind, durch welchen sie in große Entfernungen mitgeführt werden können. Es findet in holländischen Reiseberichten aus dem 16. Jahrhundert wiederhalt die Thatsache Erwähnung, dass das Aroma der Gewürzinseln (Molukken) bereits meilenweit entfernt auf offener See wahrgenommen wurde. Wir lesen in Haller's: »Elementa physiologica« Lib. XIV, Sect. II. §. 3: »Aut oram Hispaniae veterisque Arabiae, aut Sumatrae, aut Ceyloniae eminus et ad quadraginta milliaria odore aromatico se prodere«.

Offenbar hatte in diesen Fällen der Landwind die Duftwolke so weit mitgeführt und der Diffusion einen so außerordentlichen Ausbreitungskreis verschafft, dass die Schiffe unfehlbar in diesen gerieten. Es ist unzweifelhaft, dass dies für die Tierwelt die wichtigste Art der Übermittlung der Gerüche ist, welche ihnen häufig das Auffinden der Beute und das Erkennen ihrer Verfolger ermöglicht. Dazu ist es jedoch notwendig, dass die riechenden Moleküle, die Träger des Geruches, sich einigermaßen, doch nicht allzusehr, durch Diffusion verbreiten. Es müssen mit anderen Worten langsam diffundierende Riechgase sein. Bei der Entwicklung der Art wird gerade von solchen schlecht diffundierenden Gasen Vorteil gezogen. Das Sinneswerkzeug hat sich in dieser Beziehung mehr als in irgend einer anderen entwickelt. Das Wahrnehmungsvermögen für diese Eindrücke wird in der Reihe der nachfolgenden Generationen immer schärfer

1) Einzelne Gerüche würden hierzu sogar sehr lange Zeit brauchen. Bei Lehmann, Molekularphysik Bd. II S. 5, wird dies auf Autorität von Jawoiß & Lamensky für Naphthagas angegeben.

und schärfer geworden sein, und endlich den erstaunlichen Grad erreicht haben, wofür wir bei den Tieren zahlreiche Beispiele finden. Die schnell diffundierenden Gase konnten in dieser Beziehung keinen Nutzen erweisen und dürften infolge dessen allmählich verwahrlost worden sein. Kann es unter diesen Umständen uns noch befremden, dass so viele Riechstoffe zu den am langsamsten und schwierigsten diffundierenden Gasen gehören? Der phylogenetische Ursprung dieser Eigenschaft schließt jedoch jeden näheren physikalischen Zusammenhang zwischen Geruch und Diffusionsgeschwindigkeit aus und erklärt genügend, warum umgekehrt nicht jedes langsam diffundierende Gas, welches in einem chemischen Laboratorium entdeckt und bereitet wurde, darum allein einen intensiven Geruch zeigte. Endlich kommt das specifische Gewicht des Riechgases in Betracht. Man erinnere sich des bekannten Versuches mit Kohlensäure, welche man aus einem Becherglas in ein anderes übergießt. Man kann gerade dasselbe Experiment mit dem Geruch eines ätherischen Öles, z. B. des Nelkenöles anstellen. Man braucht hierbei nur Sorge zu tragen, einigermaßen langsam überzugießen. Nun besitzen die meisten Gerüche in der Natur ein ziemlich großes Moleculargewicht, also in Gasform ein bedeutend hohes specifisches Gewicht. Es darf uns daher nicht wundern, dass der Blumenduft um ein Beet hängen bleibt anstatt emporzusteigen. Als Bewegungskraft der Gerüche kommt jedoch das specifische Gewicht kaum in Betracht und hat höchstens wieder eine phylogenetische Bedeutung, insofern als nur die Gase, welche specifisch schwerer als die Luft sind, den Säugetieren als Erkennungsmittel der Beute oder der Verfolger dienen können, denn nur diese bleiben in der Nähe der Spur oder werden durch den Wind parallel mit der Bodenoberfläche fortgeführt. Dieser phylogenetische Standpunkt macht es begreiflich, warum nur zusammengesetzte Verbindungen für uns Geruch zu besitzen scheinen. Die einfachen Verbindungen von niedrigen Moleculargewichten haben in Gasform ein so geringes specifisches Gewicht, dass ihre Moleküle bald den Boden, worauf die Säugetiere leben, verlassen und daher als Geruchsquelle unbrauchbar werden. Wir schließen nun aus oben Gesagtem auf empirischer Grundlage folgende Gesetze:

1) Sei das Freiwerden der Riechpartikelchen durch Verdampfung oder durch Chemismus veranlasst, in beiden Fällen ist ceteris paribus die Menge der riechenden Moleküle, welche ein fester Körper oder die Oberfläche einer Flüssigkeit abgeben, zusammengesetzt proportional der Zeit und der Ausdehnung der Oberfläche.

2) Die Fortpflanzung der Gerüche geschieht in cylindrischen Räumen oder Canälen, wenn die Diffusion allein wirkt, mit

gleichmäßiger Geschwindigkeit, z. B. von 1—10 cm in der Secunde.

3) Der Wind kann eine Duftwolke meilenweit fortbewegen, während die Diffusion ihr immer größere Ausbreitung giebt.

4) Die dritte Bewegungskraft, das specifische Gewicht, hat bei der Überbringung der Gerüche einen geringen Anteil aus phylogenetisch erklärlichen Ursachen.

---

# III. Der Mechanismus des Riechens.

Wenn wir uns die Frage stellen, auf welche Weise Gerüche und Düfte zu uns gelangen, so finden wir, dass dies auf dreierlei Art geschieht, abgesehen von dem ganz besonderen Falle, wenn wir einen Riechstoff, um ihn schärfer zu riechen, absichtlich unmittelbar an die Nase bringen.

Wir empfangen in erster Reihe Geruchseindrücke mit unserer Nahrung. Beinahe alle Speisen und Getränke besitzen einen stärkeren oder schwächeren Geruch. Bisweilen sind wir nicht im Stande, denselben vom Geschmacke getrennt zu unterscheiden, doch meistens wird dies wohl bei einiger Aufmerksamkeit gelingen.

In zweiter Reihe führen uns die atmosphärischen Strömungen allerlei Riechstoffe zu. So werden wir bereits in Entfernung auf die Anwesenheit von Blumen, Kräutern oder von Fabriken u. s. w. aufmerksam. Auch in unseren Häusern, Gängen oder Stuben werden Gerüche durch Zugluft, durch emporsteigende Luftströme, durch die Aspiration eines Schornsteins oder Fensters, verpflanzt, welche sonst auf ein bestimmtes Gemach, eine einzelne Ecke beschränkt geblieben wären.

Endlich, selbst wenn die Luft in Ruhe ist, nähern sich uns Gerüche durch Diffusion. Langsam mengen sich die riechenden Gaspartikelchen mit der atmosphärischen Luft. Sie werden, sobald sich eine genügende Menge davon in unserer unmittelbaren Nähe verbreitet hat, durch die Atmung aufgefangen, und mit unserem in der Nasenhöhle verborgenen Sinnesorgane in Berührung gebracht. Auf diese Weise bekommen wir einmal eine angenehme Empfindung, ein andermal die Warnung, dass sich faulende Stoffe, oder chemisch schädliche Gase in unserer Nähe befinden. Diese Bewegungskraft wirkt verhältnismäßig selten für sich allein, aber vielfältig gesellt sich die Diffusion zu den ebenerwähnten Übertragungsweisen der Gerüche. Einige unserer Speisen verbreiten sehr schnell ihren Geruch um sich, und erzeugen dadurch einen kräftigeren Eindruck,

als wenn der Duftnebel weniger ausgedehnt ist, und der Geruchsreiz nur einen einzelnen Ausgangspunkt hat. Durch dieselbe Diffusion werden gleichfalls Duftwolken, welche der Wind oder die warmen Strömungen in der Atmosphäre mit sich führen, mehr verbreitet, und die Möglichkeit, dass der Beobachter von einer solchen Wolke umhüllt wird, ist demzufolge größer. Die Diffusion ist sicherlich der allgemeinste der Geruchslocomotoren, weil sie überall ihre Wirkung entfaltet, wo immer gasförmige Riechstoffe in der Luft sich befinden.

Auf welche Weise Gerüche uns zugeführt werden mögen, mit der Nahrung, durch Luftströmungen oder durch langsames Vermengen mit der Atmosphäre, es ist schließlich immer die Atmung durch die Nase, welche sie zu dem eigentlichen, innen gelegenen Sinnesorgane befördert. Nicht wenn der Geruch sich vor der Nase befindet, kommt er zur Wahrnehmung, sondern erst in dem Augenblicke des Atmens, und zwar wenn man auf eine bestimmte Weise atmet, — durch die Nase. Die Luft wird aus der Nähe des Mundes weggesogen und mit der Luft werden die in ihr schwebenden riechenden Teilchen mitgeführt. So verhält es sich nicht allein beim Menschen, dessen Nasenlöcher infolge seiner aufrechten Haltung horizontal gestellt sind und vor und über die Oberlippe vorragen, sondern auch beim Tiere. Auch bei diesem wird die Luft, welche sich vor dem Munde befindet, in die Nase hinaufgesogen. Über den Weg, welchen die Luftströmung in der Nase selbst zurücklegt, finden wir ausführliche Mitteilungen aus älterer und neuerer Zeit, besonders von Bidder, von G. H. Meyer und Paulsen, von mir selbst, von R. Kayser so wie von G. Franke.

Bidder[1]) weist nach, dass in der Regel nur während der Inspiration Geruchswahrnehmungen stattfinden. Selbst wenn man ein Stückchen Kampfer so dicht unter die Nase hält, dass man ein deutliches Prickeln[2]) in den Nasenlöchern fühlt, riecht man diesen Stoff erst, wenn man einatmet. Es genügt daher nicht, den Reiz in die Nähe zu bringen, man muss ihn bestimmt längs des vorgeschriebenen Weges hinein führen.

Es werden nun beim Einatmen die Nasenlöcher erweitert, indem die M. M. levatores alae nasi und compressores nasi die Nasenflügel von der Scheidewand entfernen. Diese Bewegung ist beim gewöhnlichen Atmen nur unbedeutend, wird aber beim absichtlichen Riechen leicht merkbar.

Charles Bell hatte bereits lange vor Bidder beobachtet, dass beim Atemholen zugleich mit der äußerlich sichtbaren Erweiterung der Nasen-

---

1) R. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie. II. Bd. Braunschweig 1844. S. 920.

2) Und ein eigenartiges Wärmegefühl.

löcher auch eine Verengerung eines mehr nach innen gelegenen Ringes stattfindet, welcher das sogenannte Vestibulum nasi begrenzt[1]). Dieser Rand liegt reichlich einen Centimeter von der äußeren Öffnung entfernt und ist leicht zu sehen, wenn man einen Spiegel schräge unter die Nase hält. Der Eingang erhält durch diese Verengerung eine kegelförmige Gestalt, welche nicht ohne Bedeutung für das Rayon, woraus die Luft beim Einatmen eingesogen wird, zu sein scheint. Durch die stumpfe Kegelform des Naseneinganges wird die Richtung des Atmungsstromes mehr von seitwärts und von vorne geleitet, als es bei einer röhrenförmigen Gestalt derselben der Fall sein würde, und ist weniger Veränderungen unterworfen, als wenn der Eingang eine einfache Öffnung am Boden der Nase wäre.

Außer der Formveränderung der Nasenlöcher bei angestrengtem Riechen erwähnt Bidder noch der eigentümlichen Verhältnisse, welche die zusammengesetzte Form der Nasenhöhle selbst verursacht.

Die Nasenhöhle bildet beiderseits von der Scheidewand ein Gewölbe, in welches die Luft durch eine nach vorn gelegene Öffnung im Boden Zutritt findet. Die Luft verlässt dieses Gewölbe wieder durch eine niedrige Öffnung in der Hinterwand. Bei ruhigem Atmen soll nach Bidder der Strom den kürzesten Weg nehmen, d. h. längs des Bodens ziehen. Bei kräftigem Aspirieren hingegen soll die Luft einige Zeit ihre ursprüngliche Richtung nach aufwärts bewahren und an der medianen Wand längs des Nasenrückens emporsteigen, besonders wenn das Einatmen mit kurzen Stößen geschieht, wie beim Schnobbern.

Bei diesem Mechanismus soll nun die untere Muschel eine große Rolle spielen. Bidder stellt sich vor, dass der eben erwähnte Luftstrom an dem vorderen Rand der Muschel abprallt und dadurch gebrochen und verteilt wird. Die größte Menge wird daher nicht unmittelbar nach den Choanen fließen, sondern gezwungen werden, sich auch in dem obersten Teil der Nasenhöhle zu verbreiten. So sucht dieser scharfsinnige Beobachter zu erklären, warum die unterste Nasenmuschel, welche bei allen Säugetieren bedeutend entwickelt ist, obgleich sich dort der Riechnerv nicht verästelt, von so großer Bedeutung für das Riechen ist. Dadurch will er auch die Erscheinung erläutern, dass man beim Ausatmen nicht, oder nur schwach, die Riechstoffe wahrnimmt, welche in der exspirierten Luft verteilt sind, so wie die andere nicht minder merkwürdige Thatsache, dass ein Kranker aus der Nasenhöhle kommende Flüssigkeiten, stinkende Exsudate u. s. w., kaum riechen wird, bevor sie hinausbefördert wurden.

1) Dieser Ring wird dadurch gebildet, dass die Seitenplatten des medianen Nasenknorpels, welche auch als besondere Cartilagines triangulares beschrieben werden, die Schleimhaut nach innen drücken.

In dieser vortrefflichen Arbeit Bidder's, in welche auch alle anderen bislang bekannten Einzelheiten bezüglich des Riechens einverleibt sind, wird genügend bewiesen, was wir soeben voraussetzten, dass der Riechstoff, um eine Wahrnehmung auszulösen, auf eine bestimmte Weise durch die eingeatmete Luft mitgeführt werden muss.

Nicht weniger sorgfältig als Bidder hat G. H. Meyer[1]) aus dem anatomischen Bau den Lauf des Luftstromes, welcher von so großer Bedeutung ist, abzuleiten versucht. Er erwähnt der Reihe nach des rinnenförmig ausgehöhlten Bodens, des hohen Daches, welches durch die Siebplatte des Siebbeins gebildet wird[2]), des vorderen Abschlusses durch das knorpelige Nasenskelet, das Nasenbein und ein kleines Stück des Stirnbeins, des Abschlusses nach rückwärts durch den Körper des Keilbeins, welcher jedoch die untere Hälfte der Hinterwand offen lässt. Er beschreibt ferner die flache Scheidewand, deren Verdickung an der Stelle des Oberrandes des knorpeligen Teiles er einer besonderen Aufmerksamkeit würdigt[3]). Endlich betrachtet er die zusammengesetzte Form der Seitenwände. Im vorderen Teile, welcher außerhalb des eigentlichen Gesichtsschädels vor der Apertura pyriformis liegt, sind diese beinahe glatt, nach hinten bekommen sie durch die Anwesenheit der drei Nasenmuscheln eine mehr verwickelte Form. Man kann also, wie Meyer hervorhebt, dieselbe in zwei über einander gelegene Abteilungen trennen, die durch die mittlere Nasenmuschel abgegrenzt werden. In der oberen läuft die Wand ungefähr parallel mit der Scheidewand und nähert sich dieser so sehr, dass nur ein schmaler Spalt übrig bleibt[4]). Eine kleine örtliche Erweiterung erleidet die hohe enge Fissur in dem sogenannten Recessus spheno-ethmoidalis, und eine zweite in dem oberen Nasengang. Unter dem Unterrand der mittleren Muschel weicht die Seitenwand weit zur Seite, so dass ein größerer Raum entsteht, in welchen nur die untere Nasenmuschel vorragt. Man muss auf Grund dieser Eigentümlichkeiten unterscheiden zwischen einer engen oberen, und weiten unteren Abteilung. Erstere erstreckt sich vom Firste des spitzen Daches bis zum Unterrand der mittleren Muschel. Die Endausbreitungen der Riechnerven verlaufen über den oberen Teil[5]) dieser parallelen Flächen und bilden die Regio olfactoria Todd's und Bowman's[6]). In Übereinstimmung

1) G. H. Meyer, Anatomie des Menschen. 2. Aufl. 1861. S. 617; 3. Aufl. 1873. S. 665.

2) Und durch den schmalen vordersten Rand des kleinen Keilbeinflügels.

3) Diese wird durch reichliche Anhäufung von Drüsen erzeugt. E. Zuckerkandl, Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle. Wien 1882. S. 44.

4) Die Weite dieser Spalte beträgt nach Braune und Clasen an der Leiche 2 mm, während sie am Lebendigen durch den Turgor der Schleimhaut noch enger ist.

5) Über die Verbreitung der Endzweige des N. olfactorius siehe die Einleitung.

6) M. S. Schultze, Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862. S. 49.

hiermit nennt Meyer den dazwischen befindlichen spaltförmigen Raum die Fissura olfactoria. Er giebt der anderen erweiterten Abteilung der Nasenhöhle den nicht minder treffenden Namen: Ductus aëriferus oder Luftweg. Dieser liegt vor uns offen, wenn man am skeletierten Schädel durch die Apertura pyriformis nach innen sieht. Meyer stellt sich nun vor, dass bei der Inspiration die Luft hauptsächlich durch den Luftweg strömt. Die Riechspalte kann nach vorn ganz offen sein, und doch wird dahin beinahe keine Luft dringen. Um so weniger ist dies der Fall, weil an der Seitenwand, in der vordersten Abteilung der Nasenhöhle, eine Erhabenheit zu bemerken ist, die vorne über der Nasenöffnung beginnend nach dem Vorderrand der mittleren Muschel gerichtet ist. Dieser Wulst, von Meyer »Agger nasi« benannt, leitet den Atmungsstrom wie von selbst nach der Concavität der mittleren Muschel. Dabei streicht die Luft über die breite gebogene Fläche der unteren Muschel, welche sie erwärmt und befeuchtet.

Nur unter besonderen Umständen dringt — nach Meyer — ein kleiner Teil der eingeatmeten Luft in die Fissura olfactoria. Dies geschieht, wenn die Nasenflügel in die Höhe gezogen sind und daher der Strom mehr als gewöhnlich nach der Scheidewand gerichtet ist, denn dann können die riechenden Partikelchen längs desselben emporsteigen und von vorne aus in die ungefähr 2 mm weite Nasenspalte hinein gelangen.

Die Rolle des Agger nasi wurde von Fick[1]) anders erklärt. Nach dessen Ansicht übt der von Meyer entdeckte Wulst eine gerade entgegengesetzte Wirkung. Wo der Agger nasi deutlich ist, muss — wie Fick sagt — eine Rinne entstehen zwischen diesem und dem Nasenrücken. In einem solchen Falle kann die mit Riechstoffen geschwängerte Luft durch diese Rinne aufsteigen, um zur Riechspalte zu gelangen. Fick führt zum Beweise dieser Auffassung an, dass ein riechender Luftstrom, mittels eines Röhrchens in die vordere Hälfte der Nasenöffnung hineingeleitet, einen starken Riecheindruck hervorruft, während der gleiche Strom in der hinteren Abteilung der Nasenlöcher gar nicht gerochen wird. Obgleich das Thatsächliche in diesen beiden Versuchen nicht bezweifelt, im Gegenteile täglich bestätigt werden kann, so scheint mir doch die Erklärung, welche Fick versucht, bedenklich. Der Agger nasi ist nämlich durchaus keine constante anatomische Eigentümlichkeit. Obiges Experiment gilt jedoch für jede Person ohne Ausnahme, wie mich meine eben nicht beschränkte Erfahrung über Geruchsmessung gelehrt hat. Überdies, wo der Agger nasi in einzelnen Fällen deutlich ausgeprägt ist, geht er nach vorne unmerklich in die

1) A. Fick, Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane. Lahr 1864. S. 99.

umgebende Scheimhaut über und kann so unmöglich eine Teilung des Luftstroms verursachen. Der von Fick abgebildete Fall mag wohl eine große Ausnahme gewesen sein. Keinesfalls lassen sich Betrachtungen daran knüpfen, welche einer allgemein vorkommenden Erscheinung zur Erklärung dienen könnten. Fick's Auffassung wird auch von keinem der späteren Untersucher angenommen, und sicherlich nicht von jenen, welche genaue Studien über die Anatomie der Nasenhöhle gemacht haben, wie Zuckerkandl und Schwalbe. Zuckerkandl[1]) will das Vorhandensein eines Agger nasi in vielen Fällen nicht in Abrede stellen, findet aber den Schleimhautwulst gewöhnlich so flach, so wenig ausgeprägt, dass man ihm schwerlich einigen Einfluss auf die Luftstromrichtung zuerkennen dürfte. Er wird, wo er besteht, durch eine sehr nach vorne gelegene Siebbeinzelle, welche die Schleimhaut hebt, gebildet. Schwalbe[2]) fügt hinzu, dass der Agger nasi als ein inconstantes Rudiment einer Nasenmuschel aufzufassen sei, welche bei makrosmatischen Säugetieren gut entwickelt ist, und zwar die vorderste der fünf typischen Nasenmuscheln bildet. Beim Menschen schmelzen die beiden vordersten zu einer Concha media, und die zwei hintersten zur Concha superior, wie ich in der Einleitung unter Erwähnung der abweichenden Auffassung Seydel's bereits mitgeteilt habe.

Nach dem Vorerwähnten dürften wir wohl berechtigt sein, Meyer's Agger nasi nicht die Wichtigkeit für die Luftströmung in der Nasenhöhle beizulegen, welche man für diesen Wulst eine Zeitlang beanspruchte.

In G. H. Meyer's Darlegung erscheint der Agger nasi jedoch nur von untergeordneter Bedeutung. Hauptsache ist für Meyer die Unterscheidung einer Riechspalte und eines Luftweges. Durch letzteren zieht der volle Strom der Atmungsluft, während der erstere gewöhnlich unbewegt bleibt. Nur bei angestrengtem Riechen und beim Heben der Nasenflügel gelangt einiger Riechstoff unmittelbar dahin. Die Riechspalte ist gleichsam ein Nebenteil, nicht ein integrierender Teil der Bahn, welche die Luft auf ihrem Wege nach der Lunge zurücklegt; sie bildet eine symmetrische Riechgrube, eine Aushöhlung in der Oberwand des Luftweges.

Es bleibt jedoch in Meyer's Darstellung ein Punkt unberührt, der wohl einige Aufmerksamkeit verdient, und welchen auch seine Kritiker aufzuhellen versäumten. Es mag nun wohl vollkommen erklärt sein, auf welche Weise beim angestrengten Aufschnobbern eine geringe Menge

---

1) E. Zuckerkandl, Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumatischen Anhänge. Wien 1882. S. 30.

2) Schwalbe, Sitzungsberichte der physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg (in der Einleitung citiert).

Riechstoffes in die Riechspalte gelangt; doch wie geschieht dies beim gewöhnlichen Atemholen? Es erliegt keinem Zweifel, dass man auch dann riechen kann. Wir empfangen beim Genießen unserer Speisen, beim Sprechen, Denken und Gehen manchmal unabsichtlich und ohne die geringste Anstrengung Geruchsempfindungen. Auf welche Weise werden dann die riechenden Partikelchen mit der Regio olfactoria, mit den in der Schleimhaut zerstreuten Nervenenden in Berührung gebracht?

Mehrere Untersucher haben sich bestrebt, darüber Aufklärung zu bringen. Vorerst E. Paulsen[1]), der unter S. Exner's Leitung im Wiener physiologischen Laboratorium arbeitete, dann unternahm ich selbst einige Versuche, über deren Ergebnisse ich im Jahre 1892 auf dem Physiologen-Congress zu Lüttich berichtete[2]); ferner R. Kayser und schließlich G. Franke aus B. Fränkel's Universitäts-Poliklinik in Berlin[3]).

E. Paulsen gebührt das Verdienst, die Frage angeregt zu haben. Es wurde der natürliche Weg des Luftstroms an der Leiche nachgeahmt. Man benutzte dabei Köpfe, welche unter dem Larynx vom Rumpf abgeschnitten waren. In die Luftröhre wurde ein Glasrohr gebunden, welches mittels eines Kautschukschlauches mit einem Blasebalge in Verbindung stand, dessen Inhalt ungefähr der normalen Atemcapacität der Lungen entsprach. Dadurch wurde eine künstliche Ein- und Ausatmung bewerkstelligt. Paulsen benutzte, um den durch die Luftströmung in die Nasenhöhle zurückgelegten Weg kenntlich zu machen, rotes Lackmuspapier, das bei Berührung mit der Luft, welcher vorher Ammoniak zugesetzt worden, die Farbe veränderte. Von diesem Reagenspapier wurden hier und da kleine Streifen längs der Seitenwände und der Scheidewand in die Nasenhöhle gelegt. Es war zur Befestigung dieser Streifchen nötig, den Kopf sagittal zu durchsägen, offen zu legen und nachher wieder zu schließen. Paulsen erreichte auf diese Weise, unter fortwährenden Controlversuchen und unter Fürsorge für eine neutrale Reaction der Schleimhaut, sehr überzeugende Ergebnisse. Wie die seiner Abhandlung beigefügte Tafel (Fig. 5, S. 47) zeigt, zieht die mit Ammoniak geschwängerte Luft bogenförmig durch die Nasenhöhle. Hauptsächlich nimmt sie ihren Weg der Scheidewand entlang, in geringerem Maße durch die Gänge unter den Muscheln. Die Strömung geht ziemlich hoch empor, vermutlich infolge der horizontalen Stellung der Nasenlöcher. Anfänglich nimmt die Luft eine Richtung nach oben und behält diese eine Strecke lang, um schließlich der Aspiration nach den Choanen zu folgen. Die

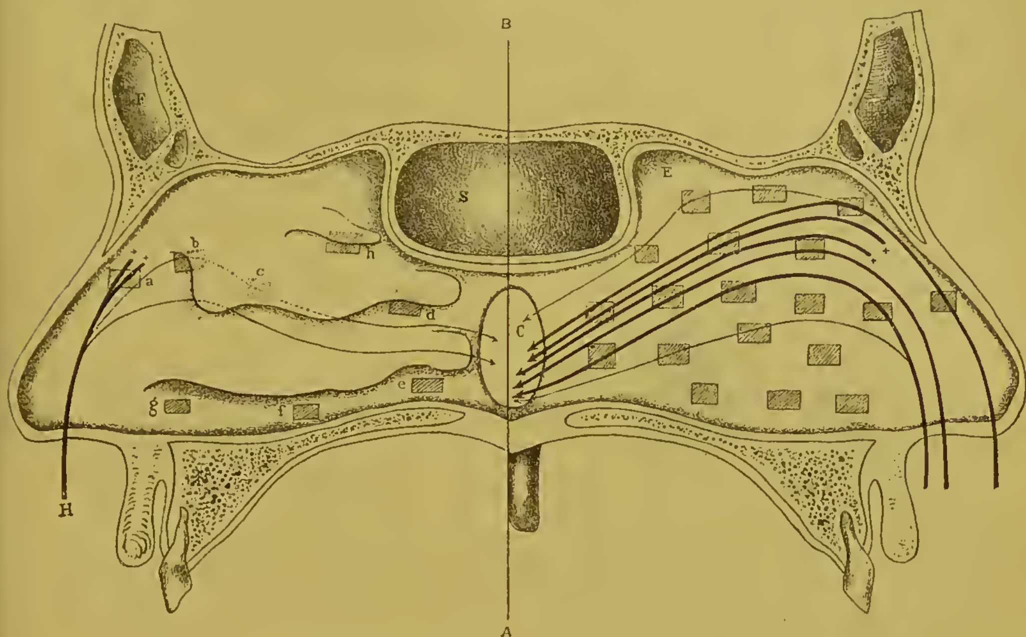
1) E. Paulsen, Experimentelle Untersuchungen über die Strömung der Luft in der Nasenhöhle. Sitzungsbericht der K. Akademie d. Wissenschaften. III. Abteilung. 1882. Bd. 85. S. 348.

2) Nicht weiter veröffentlicht.

3) G. Franke, Archiv f. Laryngologie u. Rhinologie. Bd. I. 1893. S. 230.

voran in die Nasenhöhle eingetretene Luft dringt am weitesten empor, die hinten in die Nasenöffnung gelangte bleibt an der concaven Seite des Bogens.

Fig. 5.




Paulsen's Ammoniakversuche.

Man denke sich den Kopf hart neben der Nasenscheidewand durch einen rechts von dieser geführten senkrechten Schnitt gespalten. Der Schnitt wird durch die rechte Choane gehen. Nun denke man sich weiter, dass diese beiden vorderen Anteile des Kopfes so auseinandergedrängt werden, dass sie sich um eine durch diese Choane gehende senkrechte Achse *A B* drehen. *C* bedeutet diese Choane; sie ist von vorne gesehen, indem sie an der Drehung keinen Anteil genommen hat. Im rechten Teile der Zeichnung sieht man auf das Septum, im linken Teil auf die seitliche Nasenwand mit ihren Muscheln.

Die dicken Linien zeigen den Verlauf der Hauptmasse des Stromes, die dünnen deuten an, wohin geringere Anteile derselben gelangen. Der Stromfaden *H* prallt in der Gegend der Stelle *a* von der geneigten Seitenwand der Nase ab und läuft am Septum entlang weiter. Es ist das abgerissene Ende und seine Fortsetzung mit + bezeichnet.

Die viereckigen kleinen Felder bedeuten die Stücken Lackmuspapiers, die bei den Versuchen in der gezeichneten Weise in der Nasenhöhle verteilt waren.

*F F* Sinus frontalis, *S S* Sinus sphenoidalis, *E* hintere Ecke des Septums.

Nach E. Paulsen.

(Note zu Paulsen's Abbildung.) Im Jahre 1885 hat Dr. Paulsen in den Mitteilungen für den Verein Schleswig-Holsteinischer Ärzte noch eine andere Abbildung veröffentlicht, welche sich auf einen Versuch bezieht, der mit Osmiumdämpfen ausgeführt wurde. Ein Leichenkopf wurde in normaler Haltung in einer großen umgestülpten Glasglocke aufgehängt und mittels eines an der Luftröhre befestigten Gummischlauchs mit einem Blasebalge verbunden. Ein kleiner Schwamm, mit einprocentiger Osmiumsäure getränkt, oder ein paar Krystalle Osmium in Substanz entwickelten innerhalb der Glocke reichliche Osmiumdämpfe. Dann wurden mittels des Blasebalges solange kräftige Inspirationen ausgeführt, bis ein Stückchen Control-

Die Richtung nach oben ist in Paulsen's Versuchen leider künstlich verstärkt, denn die Einrichtung des Experimentes machte es notwendig, dass das Ammoniak im Nasenloche selbst der aspirierten Luft beigemengt wurde, sonst wäre die Reaction des Lackmuspapiers nicht genügend deutlich gewesen. Das Ammoniak zuführende Rohr war dabei nach aufwärts gerichtet und die Aufwärtsströmung wurde auf diese Weise verstärkt, obgleich der Ammoniakstrom so schwach als möglich gemacht wurde. Doch selbst unter diesen übertriebenen Verhältnissen bleibt der größte Teil der Riechspalte in Ruhe: »In den obersten Nasengang tritt niemals eine nennenswerte Quantität des Einatmungsstroms ein.« Dieses ist gewiss das wichtigste Ergebnis. Man kann es merkwürdig nennen, dass Paulsen selbst dessen nur beiläufig erwähnt. Seine Ansicht ist, dass beim Einatmen kein einziges Luftpartikelchen in buchstäblichem Sinne in Ruhe bleibt, obwohl es an dem Atmungsstrome nicht direct teilnimmt. Er fügt jedoch unmittelbar hinzu: »Es mag dahin gestellt bleiben, in wie weit die Diffusion mit im Spiele ist.«

Fig. 6.




Ausbreitung des Riechepithels in der menschlichen Nasenhöhle.

(Zur Vergleichung der Paulsen'schen Abbildung beigefügt.)

Rechte Nasenhöhle. Das Septum *S* ringsum, mit Ausnahme des oberen Randes, abgelöst und nach oben geschlagen. Die dunkle Figur stellt die Ausbreitung des Riechepithels dar.
(Nach Prof. A. v. Brunn.)

---

schleimhaut sich durch Osmium entfärbt hatte, was nach etwa einer halben Stunde eintrat. Die Nasenhöhle, dicht neben der Mittellinie durchgesägt, zeigt in diesem Momente eine braune Färbung dem Nasenrücken entlang bis zum Nasendache und an demselben hinziehend sich nach hinten verlierend. Die untere Muschel und der entsprechende Teil der Scheidewand blieb völlig unverfärbt. Wir brauchen nicht besonders hervorzuheben, dass die getroffenen Versuchsbedingungen nicht auf die Verhältnisse passten, mit welchen wir uns hier beschäftigen, nämlich die des ruhigen Atmens. Dagegen geht aus ihnen klar hervor, dass bei tiefer Atmung die Einatmungsluft unfehlbar die Regio olfactoria streift.

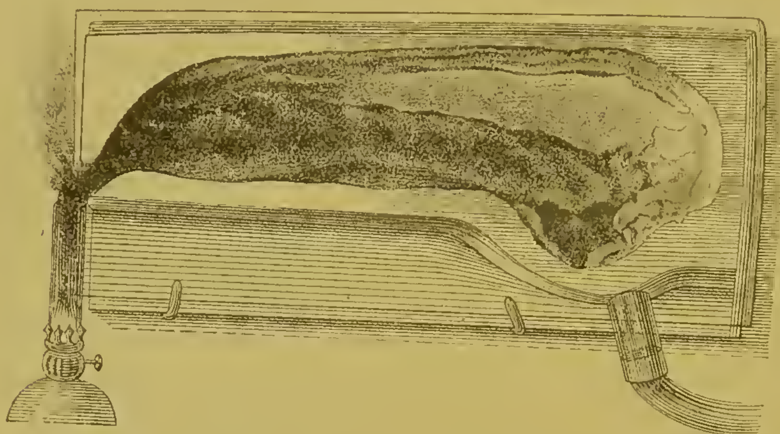
Paulsen's Versuche sind in jeder Hinsicht vortrefflich. Es wurden dabei vorsichtig und kritisch künstliche Verhältnisse vermieden, um der Wirklichkeit so nahe als möglich zu kommen. Gleichwohl kann nicht geleugnet werden, dass feuchtes Lackmuspapier ein verhältnismäßig schwaches Reagens für anwesende Ammoniakgase ist. Paulsen hat mit unbezweifelbarer Sicherheit die Hauptbahn der Luftströmung ermittelt, doch bleibt immerhin die Vermutung nicht ausgeschlossen, dass hier und da noch weniger bedeutende Nebenbahnen bestehen oder dass der Hauptstrom sich oben oder unten ohne scharfe Grenzen verbreitet. Da wir früher gesehen, dass unser wenngleich nur rudimentäres Sinnesorgan im Vergleich zu chemischen Reagentien außerordentlich viel empfindlicher ist, so hat eine solche Annahme sogar die Wahrscheinlichkeit für sich. Überdies bleibt, davon abgesehen, noch ein schwacher Punkt. Paulsen's Reagenspapiere werden an den inneren Nasenwänden befestigt, und nun kann es geschehen, dass die riechende Luftströmung nicht längs dieser Wände, sondern mitten durch den Raum sich bewegt. Dieses Bedenken bewog mich, die Versuche zu wiederholen, wobei dieser Einwand vermieden wurde. Zugleich schien es mir wesentlich, die Dimensionen des Apparates so viel als möglich zu vergrössern, damit die Eigentümlichkeiten möglichst auffallend hervortreten. Ich glaube, dass eines und das andere mir gelungen ist, indem ich statt eines menschlichen Kopfes einen Pferdekopf nahm. Die Gesetze, welchen wir hier nachforschen, müssen doch ebenso sehr, wenn nicht in höherem Maße, auch für die makrosmatischen Säugetiere Geltung haben. Es wurde also ein Pferdekopf im anatomischen Theater der hiesigen Reichs-Tierarzneischule, an welcher ich zur Zeit als Docent der Physiologie und allgemeinen Pathologie thätig war, median durchsägt.

Nach dem Urteile meines geschätzten Collegen, des Docenten der Anatomie van Esveld, schienen in dem vorliegenden Falle vollkommen typische Verhältnisse stattzufinden. Um nun die Handhabung eines so massenhaften Leichenteiles, wie ein Pferdekopf, zu vermeiden, beschlossen wir, anstatt des Kopfes selbst einen Gypsabguss für den Versuch zu benutzen. Für das technische Gelingen der Ausführung schulde ich der Gefälligkeit und Kunstfertigkeit meiner Freunde Dr. Reuter und Dr. Cramer Dank. Wir experimentierten nun mit diesem Abgusse, indem wir ihn an einer Seite mit dem Recipienten einer Luftpumpe verbanden, in welchem ein kleiner Manometer sich befand, und an dessen anderer Seite wir eine qualmende Lampe aufstellten.

Eine Glasplatte ersetzte die Scheidewand in der Weise, dass eine Höhle von gleicher Gestalt und genau derselben Dimension wie jene der natürlichen Nasenhöhle hergestellt wurde, welche dazu noch den Vorteil gestattete, dass man hineinsehen konnte. Durch ein hinten eingefügtes

Glasrohr von 28 mm Weite wurde nun mittels der Luftpumpe aspiriert. Anfangs beträgt der Druck 22 mm Hg; nach einer Weile wird derselbe allmählich niedriger, gerade wie es während einer Einatmung geschieht. Wenn alles vorbereitet ist, wird vor die Nasenöffnung die qualmende

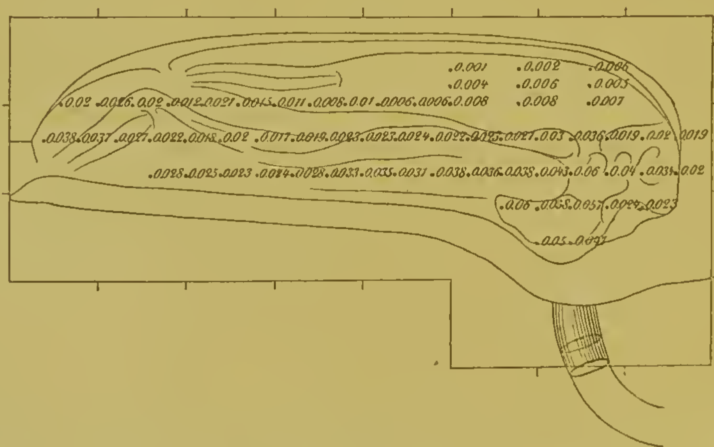
Fig. 7.



Aspirationsversuch, nach einer Momentphotographie gezeichnet.

Der Qualm einer Lampe wird unter einer Saugung = 22 mm Hg durch die Nasenhöhle eines Pferdes (Gypsabguss) aspiriert.

Fig. 8.




Tiefen (in Meter) des beim Aspirationsversuch verwendeten Gypsabgusses.

Petroleumlampe gehalten, welche die eintretende Luft reichlich mit Ruß schwängert. Dann ist es leicht, die Strömung mit dem Auge zu verfolgen und ihre Bahn genau zu beobachten. Noch besser gelingt es auf einer Momentphotographie, wie ich eine dem Congresse für Physiologie

in Lüttich im Jahre 1892 vorgelegt habe. Das beigegebene Bild (Fig. 7) reproduciert eine nach der Momentphotographie angefertigte Zeichnung. Auf einer zweiten Photographie wurden durch kräftige Schattierung die Nasenmuschel und die Riechwülste deutlicher zur Anschauung gebracht und zur Controle die transversalen Dimensionen der Nasenhöhle angegeben (Fig. 8).

Ein Blick genügt, sich zu überzeugen, dass die Ausbreitungsbezirke des Geruchsnerven ganz und gar vom Qualme freigeblieben sind. In gleicher Weise bleiben sie natürlich auch während des Lebens vom Atmungsstrome unberührt.

Nach Beendigung jedes Versuches wird die Glasplatte, welche die Nasenscheidewand darstellt, so schnell als möglich entfernt, worauf mit einem kleinen Fächer der Qualm fortgeweht und nach Reinigung der Luftpumpe ein neuer Versuch angestellt wird.

Nachdem auf diese Weise eine Reihe von Versuchen ausgeführt worden, erscheint am Schlusse die Wand der Nasenhöhle nicht länger weiß. Offenbar haften die Rußteilchen an dieser Wand und hinterlassen also eine Spur des Atmungsstromes, gleichwie in Paulsen's Versuchen durch das Ammoniakgas das Lackmuspapier sich verfärbte. Die Schwärzung ist am stärksten an den vorstehenden Muscheln, an welchen der Strom gleichsam gebrochen wird. Ein Gleiches ist der Fall am Vorderrand der Concha inferior oder maxillaris und am Vorderrand der Concha nasoturbinalis, welche beim Pferde die übrigen Siebbeinmuscheln bei weitem an Größe übertrifft. Ein Teil der Wand ist ganz vom Qualm unberührt geblieben und zwar gerade der Bezirk, wo sich die Ausbreitung des Olfactorius findet. Der Rußstrom bewegt sich demnach gewiss nicht dahin. Eine einigermaßen verschwommene Schwärzung erscheint an der Unterwand des Keilbeins und dem angrenzenden Teil der Seitenwand. Jedoch ist dabei in Betracht zu ziehen, dass um den Zeitpunkt, wenn die Druckerniedrigung im Recipienten der Luftpumpe ausgeglichen ist, der Strom durch die Nasenhöhle bereits schwächer wird. Man sieht auch wirklich schließlich die schwarze Wolke im Recipienten und im Pharynx sich langsam auflösen. Kein Wunder, dass mittlerweile durch Wirbelströme und durch Diffusion Rußteilchen gegen ihre Wände geworfen werden. Die hintersten Siebbeinmuscheln, welche, wie man sieht, ganz gegen und im Keilbein verborgen liegen, werden jedoch damit nicht beschlagen. Überdies ist diese Erscheinung rein künstlich und tritt während des Lebens durch das schnelle Folgen einer Exspiration nicht ein. Die Ausatmung reinigt in viel vollkommenerer Weise, als es bei unserem Versuche möglich war, den Pharynx und die ganze Nasenhöhle von der im Augenblicke des Umschlagens der Atmung etwa darin befindlichen Luft.

Das allgemeine Ergebnis unseres Versuches ist also, dass der bogenförmig durch die Nasenhöhle ziehende Luftstrom die Riechspalte und deren Verzweigungen absolut unberührt lässt. Denn wir hatten ja den Strom durch den Lampenqualm künstlich nachgeahmt und mittels der Glasplatte mit den Augen bis zum letzten Augenblicke verfolgt, in demselben Augenblicke, in welchem er durch die Luftpumpe, unter einer Saugung von anfänglich 22 mm Hg langsam bis auf 0 mm Hg abfallend, durch die Nasenhöhle gesogen wird. Die künstlichen Bedingungen, unter welchen dies geschah, kamen den natürlichen möglichst nahe. Der Kopf lag mit der Längenachse horizontal und der Lampenqualm stieg vor dem Nasenloch senkrecht empor. Die Luftpumpe ahmte eine langgedehnte Inspiration so gut wie möglich nach, wodurch eine Analogie mit dem ruhigen Atmen erzielt wurde.

In jüngster Zeit stellte G. Franke[1]), ohne vorher meine Experimente gekannt zu haben[2]), ganz ähnliche Versuche mit einem Menschenkopfe an, welchen ihm das Berliner anatomische Institut zu diesem Zwecke abgetreten hatte. Der Kopf wurde median durchschnitten und dann die Schleimhaut mit Tinte geschwärzt. Auch Franke ersetzte die Scheidewand durch eine Glasplatte. Wenn er nun Tabaksrauch durch die Nasenhöhle sog, so zeichnete sich die weiße Bahn desselben gleichfalls sehr deutlich gegen die geschwärzte Seitenfläche der Nasenhöhle. Das Resultat wird in schematischen Zeichnungen veranschaulicht. Der Rauch verfolgt eine fingerbreite bogenförmige Bahn, welche anfänglich vom Nasenloche längs des Nasenrückens ziemlich steil emporsteigend, den Agger nasi kreuzt, den vorderen Unterrand der oberen Muschel erreicht und von hier längs des Unterrandes dieser Muschel gegen die Choane zu sich senkt. Dabei dringt eine kleine Verzweigung in die Keilbeinhöhle und bildet sich weiter in der unteren Abteilung der Nasenhöhle ein Wirbel. Beim Ausatmen findet man ungefähr dieselbe Bahn, jedoch in umgekehrter Richtung, gleichfalls mit einer kleinen Abzweigung nach der Keilbeinhöhle, und eine Wirbelbewegung in der unteren Abteilung neben der unteren Muschel.

Soweit bestätigen Franke's Versuche die bereits früher von Paulsen und mir erlangten Ergebnisse, nämlich eine bogenförmige Stromrichtung, welche die Regio olfactoria im engeren Sinne frei lässt — (man erinnere sich, dass nach v. Brunn beim Menschen nur der

---

1) G. Franke, Archiv für Laryngologie u. Rhinologie. Bd. I. Heft 2. 1893. S. 236.

2) Was in der That nicht befremden darf, denn sie wurden nur auf dem 3. Congress Niederländischer Naturforscher und Ärzte im Jahre 1891 und auf dem Congress für Physiologie zu Lüttich im Jahre 1892 vorgezeigt, sind jedoch bislang noch nicht im Druck veröffentlicht.

alleroberste Teil der oberen Muschel und der gegenüber gelegene Teil der Scheidewand als Regio olfactoria anerkannt werden können). — Nun fügte Franke noch eine von ihm zuerst gemachte Beobachtung hinzu. Bei kräftig schnupperndem Einatmen gelangt gegen das Ende der Einatmung, im Augenblicke, wann die Bewegung umschlagen wird, die gesamte Luft der Nasenhöhle in einen großen Wirbelstrom, dessen Centrum ungefähr in die Mitte der Höhle an dem vorderen Unterrande der mittleren Muschel fällt. Zwei kleinere, sich in derselben Richtung drehende Wirbel entstehen gleichzeitig vor den Choanen und im Vestibulum nasi. Gegen Ende der Ausatmung gerät ebenfalls die Luft der Nasenhöhle in eine einzelne heftige Bewegung, ungefähr in derselben Weise wie beim Einatmen, jedoch in umgekehrter Richtung. Diese Beobachtungen Franke's sind unzweifelhaft höchst interessant, wiewohl ihre Bedeutung für den Mechanismus des Riechens nicht so unmittelbar zu erkennen. Denn gerade gegen das Ende der Inspiration und gegen das der Exspiration riechen wir fast gar nichts, so dass der erwähnte Wirbelstrom in dieser Hinsicht keinen großen Nutzen zu haben scheint. Wir erhalten eher den Eindruck, dass er vorzügliche Dienste als Reiniger der Luft in der Nasenhöhle leisten könne und als ein Hülfsmittel gelten mag, wodurch auch aus den verborgensten Winkeln der buchtigen Nasenhöhle die dort stagnierenden Gasmoleküle vertrieben werden. Nicht unwahrscheinlich wird durch diese Einrichtung der Bildung von toten Räumen vorgebeugt.

Fassen wir in Kürze das eben Mitgeteilte zusammen, so erhalten wir aus den verschiedenen Versuchen die gleichen Schlussfolgerungen: bogenförmigen Verlauf des Atmungsstromes sowohl beim Ein- als Ausatmen. Der höchste Punkt dieser Bahn ist:

a) der Unterrand der mittleren Muschel (nach Paulsen);

b) der Vorder- und Unterrand der Siebbeinmuscheln (nach Zwaardemaker), dessen Resultat sich vollkommen mit jenem Paulsen's deckt;

c) der vordere untere Rand der oberen Muschel (nach Franke).

Es ist daher kein Zweifel, dass die Strömung weder bei den makrosmatischen Säugetieren noch beim Menschen die Regio olfactoria im engeren Sinne erreicht, d. h. den pigmentierten Schleimhautbezirk, in welchem die Geruchsnerven sich verbreiten. Sowohl Paulsen als Franke haben dies allerdings nicht aus ihren Versuchen geschlossen, allein ihre Folgerungen beruhten auf einem Missverständnisse; ihre eigenen Zeichnungen lassen keinen Zweifel über ihre wahren Absichten. Beide erklären ausdrücklich, dass die mediale Fläche der oberen Muschel

und der gegenüber gelegene Teil der Scheidewand durch die Strömung nicht getroffen werden. Gerade dort befindet sich nach v. Brunn das Sinnesepithelium, welches also bis dahin gegen die directe Berührung mit der Atmungsluft geschützt bleibt. Da sowohl Paulsen's, meine eigenen und Franke's Versuche an Leichenpräparaten angestellt wurden, ist nicht zu leugnen, dass bei diesem Verfahren unnatürliche Verhältnisse eingetreten sind. Die während des Lebens so überaus reichlich mit Blut versorgte und daher turgescierende Schleimhaut liegt nun hier flach und schlaff gegen das Skelet gesunken an. Die Nasenhöhle, auch die Riechspalte sind also bedeutend weiter, als während des Lebens. Wir kennen deshalb auch nicht das wirkliche Verhalten des Luftstromes.

Es lässt sich nicht einsehen, wie diese Schwierigkeit zu beseitigen wäre[1]). Darum dürfte es vielleicht nicht überflüssig sein, doch wieder zur Synthese Zuflucht zu nehmen und das Experiment mit den anatomischen Verhältnissen in Verbindung zu bringen. Dabei dürfte es dienlich sein, unsere Aufmerksamkeit zuerst der unteren Muschel zuzuwenden, einem Organ, welches während des Lebens bedeutend umfangreicher ist als an der Leiche.

Diese untere Muschel bildet einen breitrandigen Kamm, der in den Atmungsweg vorspringt und mit seiner blutreichen Oberfläche zur Erwärmung und Befeuchtung der Atmungsluft reichlich beiträgt. Letztere hat bei ihrem Eintritt in die Kehle eine Temperatur von 30° C. erlangt und ist fast ganz mit Wasserdampf gesättigt[2]). Es ist Thatsache — was

---

1) Kayser (Zeitschrift für Ohrenheilkunde. Bd. 20. 1889. S. 96) versuchte den fraglichen Punkt für die Pars respiratoria durch folgendes Verfahren aufzuhellen. Er ließ fein gemahlene gebrannte Magnesia durch die Nase einatmen und suchte sogleich mittels des Rhinoskopes nach den Stellen, an welchen das weiße Pulver sich niedergeschlagen hatte. Es ergaben sich folgende Stellen: 1) an der Scheidewand gegenüber der unteren Muschel und weiter bogenförmig nach oben und hinten; 2) am Vorderrand der mittleren Muschel; 3) am Unterrand der mittleren Muschel und der Seitenwand des mittleren Nasenganges. Er fand ferner längs des Septums, sogar ziemlich hoch aufsteigend, überall einzelne Magnesiakörnchen, ebenfalls solche durch Rhinoscopia posterior an der oberen Abteilung der Hinterwand des Pharynx. Es schien vor allem der Stand der Nasenlöcher einen großen Einfluss auf die Localisation des Pulvers auszuüben. — Ich kann Kayser's Angaben vollkommen bestätigen. Zur Bequemlichkeit der Versuche und deren Ausführung an einer großen Anzahl von Personen wurde der Deckel eines Pappschächtelchens durch ein Mousselinsieb ersetzt und auf diese Weise die gebrannte Magnesia in der Klinik stets bereit gehalten.

2) Aschenbrandt, Die Bedeutung der Nase für die Atmung. Würzburg 1886. — Kayser, Pflüger's Archiv. Bd. 41. S. 127. — Bloch, Zeitschrift für Ohrenheilkunde. Bd. 38. — Anmerkung. Dass die Muschel durch den Umfang und die

auch immer die physiologische Bedeutung der unteren Muschel sein mag — dass sie mehr oder weniger in die Strombahn der Atmungsluft vorspringt. Dies war bei den Versuchen mit dem Pferdekopf natürlich nicht durch die Glasplatte sichtbar, da die Muschel hinter der Qualmwolke lag, jedoch die einfache Besichtigung des Gypsabgusses und der Abbildung machen es deutlich, dass es nicht anders sein kann. Die Zeichnungen Paulsen's und Franke's sind in dieser Hinsicht weniger überzeugend und machen eher den Eindruck, als ob der Strom über die untere Muschel hinwegzöge; aber es ist fraglich, ob hier das Atmen wohl vollkommen ruhig und allmählich gewesen. Mehr oder weniger plötzliches Aspirieren ruft Verhältnisse hervor, welche an das sogenannte Schnüffeln erinnern, bei welchem wohl Niemand zweifeln dürfte, dass die Luft sich rasch nach aufwärts bewegt. Manometrische Bestimmungen des aspirierenden Luftdruckes fehlen in den veröffentlichten Mitteilungen der Autoren. Bei meinen eignen Versuchen, bei welchen die anfängliche Saugung 22 mm Hg betrug und allmählich bis auf 0 sank, wurde der vordere Teil der unteren Muschel so stark getroffen, dass diese beim Abschlusse z. B. von zehn Versuchen eine intensiv schwarze Färbung annahm.

Denken wir uns deshalb den ruhigen Atmungsstrom bei Tieren mit einer einfachen unteren Muschel in zwei Hälften zerlegt: eine vordere obere Hälfte, welche über die Muschel hinzieht, und eine hintere untere, die unter der Concha bleibt. Diese beiden Hälften begegnen sich nach dem Septum zu und vereinigen sich zu einer großen Bahn, die von der Scheidewand aus gesehen einfach erscheint. Die untere dieser beiden Etagen des Luftstroms ist für das Riechen wertlos, worüber man sich leicht durch den bereits erwähnten Fick'schen Versuch überzeugen kann. Wenn man einen Geruch ausschließlich durch den hinteren Teil der Nasenöffnung einleitet, so riecht man durchaus nichts. Das findet selbst noch statt, wenn man den Geruch maximal nimmt, z. B. so stark, dass man auch bei der nachfolgenden Ausatmung einen Eindruck empfängt (ein Beweis, dass der Geruch stark genug war, um den ganzen Pharynx zu durchduften). Man erhält auch von einem so übermäßig

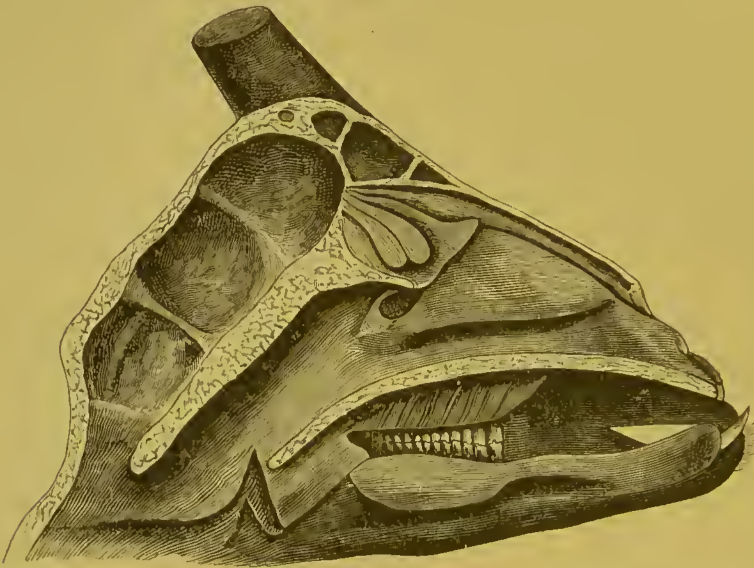
---

Gestalt, welche sie bei der Oberflächenvergrößerung annahm, den Luftstrom mehr oder minder in zwei Bahnen teilt, ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine hinzukommende Besonderheit. Sie gilt keineswegs für alle Säugetiere, u. a. ist bei den Fleischfressern die unterste Nasenmuschel so vielfach verzweigt und nach allen Richtungen verbogen, dass sie den Ateinweg in mehrere enge Canäle teilt, zwischen welchen sich die Luft den Weg zu den Choanen bahnen muss, was deutlich zeigt, dass dieser Concha inferior, die sich überall als ein besonderer Knochen entwickelt, eine respiratorische Bedeutung neben der sensoriellen zukommt.

intensiven Geruch von der hinteren Hälfte der Nasenöffnung aus absolut keine Empfindung. Von um so größerer Bedeutung jedoch ist die obere Etage der Strombahn. Diese ist die Geruchsbahn κατ' ἐξοχήν.

Sind diese Verhältnisse schon beim Menschen ziemlich deutlich, so werden dieselben durch die vergleichende Anatomie unverkennbar. Die nach Injectionspräparaten [1]) angefertigte Abbildung (Fig. 9) zeigt den sagittalen Durchschnitt des Riechorgans eines Kalbes. Die untere Muschel hat die Gestalt einer Teichmuschel und bietet der Luft, welche durch den verhältnismäßig weiten Atemweg leicht durchströmen kann, eine

Fig. 9.



Sagittalschnitt durch den Kopf eines Kalbes (Injectionspräparat).

breite Fläche. Über der Concha inferior liegen, schräg vor einander, die fünf Muscheln, welche die Träger des eigentlichen Sinnesorganes sind. Der zwischen ihnen und der unteren Muschel frei bleibende Raum wird von den Tierärzten der mittlere Nasengang genannt. Ein kleiner Teil der Atmungsluft kann sich, wie man sieht, dorthin bewegen und streicht dann entlang den vorderen Enden der Siebbeinmuscheln. Diese selbst kommen jedoch mit keiner anderen Luft in Berührung als mit jener, welche sich in den blind endigenden Schlitzen zwischen den Muscheln befindet. Es ist wahrscheinlich, dass die Luft nur sehr langsam erneuert wird und hier also ein beständig gleichmäßiger Feuchtigkeits- und

1) Das Präparat verdanke ich meinem Freunde und ehemaligen Collegen van Esveld.

Wärmegrad herrscht, sowie dass nur selten oder niemals der Luftstaub hineindringen wird.

Die bei den makrosmatischen Säugetieren versteckte, nach unten durch die vom Siebbein ausgehende Leiste geschützte Lage der Riechwülste macht es also ohne weiteres wahrscheinlich, dass der Atmungsstrom auch während des Lebens zum eigentlichen Bezirke des Sinnesorganes keinen Zutritt hat. Vollkommen einleuchtend jedoch wird dieses Verhältnis, wenn man die Riechwülste in der Siebbeinhöhle und in der Stirnhöhle betrachtet. Dahin kann doch niemals eine unmittelbare Strömung stattfinden und doch sind sie vergleichend-anatomisch echte Riechwülste, d. h. Träger des Sinnesepithels. Diese Lage kann nur günstig für die Integrität seiner Function wirken. In der That ist auch kein anderes Sinneswerkzeug offen und bloß gelegen, sämtliche sind durch mehr oder weniger accessorische Einrichtungen gegen unmittelbar schädliche Einflüsse geschützt. Man sieht dann auch wirklich in Übereinstimmung damit, dass die eigentliche Riechschleimhaut viel weniger Erkrankungen unterworfen ist als die Schleimhaut der großen Atmungswege. Dieser Punkt ist bei Tieren, wie leicht erklärlich, noch nicht genau untersucht worden, doch wurde beim Menschen das verhältnismäßige Freibleiben des Riechbezirkes von Krankheitsprocessen pathologisch-anatomisch so wie klinisch nachgewiesen. Ich habe schon bei einer früheren Gelegenheit dies mit dessen Unzugänglichkeit für physikalische, chemische und organische Krankheitsursachen in Zusammenhang gebracht[1].

Was wir durch Leichenversuche erfahren, gilt gleichfalls fürs Leben: eine bogenförmige, das Sinnesepithel nicht berührende Atmungsbahn.

Wir haben im Hauptstücke über die Physik der Gerüche vorausgesetzt, dass der Geruch an die materielle Anwesenheit der von der Oberfläche der riechenden Körper abgegebenen Moleküle gebunden sei. In den vorhergehenden Seiten wurden wir zur Vorstellung geführt, dass die Luft diese Moleküle allerdings bis in die Nähe des Geruchsorgans führe, dass ein stoßweises Aufschnüffeln sie vielleicht dann und wann aus dem Strombette, an welches sie gebunden, gleich dem Staube in einer engen Straße aufwirbeln mache, die Luftströmung jedoch nicht im Stande sei, sie weiter zu befördern.

Beobachtungen aus jüngster Zeit haben gelehrt, dass der Geruchssinn ein außerordentlich scharfes Sinneswerkzeug ist, welches an Schärfe unsere chemischen Reagentien übertrifft, während eine einfache Berechnung uns zu gleicher Zeit zeigt, dass sogar die kleinen in einem Cubik-

---

1) Anosmie. Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. vom 1. Januar 1889. — Berliner Klinik Nr. 26: Über das Auffangen von Staub und Mikroben durch die Nasenschleimhaut. 1890. Siehe auch C. Zarniko, Krankheiten der Nase. Berlin 1894. S. 92.

centimeter Luft verteilten Mengen von Merkaptan, Chlorophenol u. s. w. Billionen Moleküle vergegenwärtigen. Man dürfte sich daher kaum irren, wenn man sich den durch die Nasenhöhle ziehenden Luftstrom als einen dichten Molekülenebel, gleich einer durch die Nase geblasenen Rauchwolke, vorstellt. Dieser Nebel muss in der umringenden Luft einen starken Diffusionsstrom verursachen.

Während eines Atemzuges ist für die Riechstoffmoleküle reichlich Zeit gegeben, um einige Millimeter weit in die Rinnen zwischen den Siebbeinmuscheln der osmatischen Säugetiere oder in die Riechspalte des Menschen einzudringen, bis an die Stellen, wo die Perceptionselemente sich befinden; um so eher, da im Innersten der Nase eine Temperatur von über 30° C.[1]) herrscht, bei welcher die molekulären Bewegungen viel ausgiebiger sind als bei den Versuchen, die bei gewöhnlicher Stubentemperatur angestellt werden. Überdies muss die Empfindlichkeit unserer Riechzellen sehr bedeutend sein. Man sollte dabei das Molekularmaß anwenden, während hingegen unser ganzes Sinnesorgan, welches bei den Experimenten als Beobachter fungiert, mit wägbaren minima perceptibilia, d. h. mit Billionen von Molekülen rechnet, Vorstellungen, welche ich bereits 1888 in der Donders gewidmeten Festschrift entwickelt habe.

Dagegen sind jedoch dreierlei Einwendungen erhoben. Vor allem wurde entgegnet, meine Auffassung sei mit der Schnelligkeit der Geruchswahrnehmung nicht vereinbar. Vermutlich hatte man damals diese Einwendung sogar so schwerwiegend gefunden, dass man es vorzog, durch mehr scharfsinnige als begründete Hypothesen eine Strömung durch die Nasenspalte wahrscheinlich zu machen. Man erinnere sich jener Bidder's[1]), welcher durch Zuhilfenahme der unteren Muschel, und jener Fick's[2]) der durch eine imaginäre Rinne vergeblich eine stichhaltige Erklärung versuchte. Wenn man bei der Annahme einer solchen Strömung beharren will, so wird man zu einer dritten noch gewagteren Hypothese genötigt, nämlich jener, durch welche W. Braune[1]) und F. E. Clasen[2]) eine neue Lösung gefunden zu haben glaubten.

Bei jeder Einatmung findet, wie sich manómetrisch feststellen lässt, eine Luftverdünnung in den weiten, mit den Nasengängen communicierenden Nebenhöhlen statt. Im Beginn der Ausatmung stellt der Druck sich wieder her, indem ein wenig Luft in die Höhlen gelangt. Da

---

1) Man vergleiche: Über die Erwärmung der Luft auf dem Wege durch die Nasenhöhle. Bloch, Zeitschr. f. Ohrenheilkunde. Bd. 18. 1888.

2) W. Braune u. F. E. Clasen, Die Nebenhöhlen der menschlichen Nase in ihrer Bedeutung für den Mechanismus des Riechens. Zeitschr. für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Bd. II. 1876. S. 1.

nun der Sinus ethmoidalis und die hintersten Labyrinthzellen in den Riechspalt selbst einmünden, wird, nach Braune und Clasen, diese Bewegung dem Riechen zu Gute kommen. Jedoch weil der Zugang zu diesen Höhlen in dem sogenannten Recessus oder Meatus supremus sich befindet, welcher unmittelbar gegen die Choanen gerichtet ist, wird hiervon kaum die Rede sein können. Nicht aus der Pars respiratoria der Nasenhöhle, sondern aus der Riechspalte selbst und unmittelbar aus dem Pharynx erhalten diese Nebenhöhlen die Luft, welche den beim Einatmen entstehenden Druckunterschied ausgleichen wird. Außerdem ist, wie von Vintschgau bemerkt, die Annahme von Braune's und Clasen's schon darum abzulehnen, da man gerade nicht während des Ausatmens. sondern bereits anfangs und während der ganzen Dauer einer langsamen Inspiration riecht.

Doch giebt die Schnelligkeit der Geruchswahrnehmung, wie sich in jüngster Zeit erwiesen, in keiner Hinsicht ein Hindernis für unsere Diffusionshypothese. Wir erfuhren im vorigen Hauptstücke, wie wenige Secunden zur Verbreitung von Riechgasen auf Entfernungen von 10—40 cm hinreichen. Ein weniger als zwei Centimeter[1]) betragender Abstand beansprucht also nur einen Bruchteil einer Secunde. Soweit verbreitet sich z. B. in 0,2 Secunden der Geruch von Essigäther. Nach den Untersuchungen von Beaunis[2]), welche ich für einige Fälle wiederholt und bestätigt habe, beträgt die Reactionszeit ungefähr 0,50—0,67 Secunden. Die Nervenleitung und Verwertung im Centralnervensystem bedarf nur eines Bruchteiles dieses Zeitraumes, der reichlich Gelegenheit gestattet zur Diffusion über kleine Abstände, welche die oben erörterte Theorie aus anatomisch vollkommen gerechtfertigten Gründen voraussetzt.

Ich lehne hier sofort einen etwaigen Einwurf ab, nämlich den, dass nicht allein die Schnelligkeit der Wahrnehmung, sondern auch deren kurze Dauer und schleuniges Aufhören unter gewöhnlichen Verhältnissen meiner Auffassung widersprechen würden. Wir gewahren ja einen durch unser Atmen aufgenommenen Geruch nur während der Inspiration, nicht zur Zeit der dazwischen fallenden Exspiration. Diese Erscheinung ist unzweifelhaft sehr befremdend und ihre Erklärung ist vom Standpunkte der früheren Untersucher ungemein schwierig. Die Verbreitung der Riechpartikelchen durch die ganze Nasenhöhle lässt sich nicht in Abrede stellen. Auch dann nicht, wenn man dieser keine weitere theoretische Bedeutung zuerkennt. Überdies ist die Nase beim Übergange des Einatmens in die Exspiration während eines Augenblickes — (welcher will-

1) Die Höhe der ganzen Regio olfactoria des Menschen wechselte in vier sehr verschiedenartigen Fällen zwischen 10—23 mm. — Zuckerkandl l. c.

2) Beaunis, Comptes rendus T. 96. 1883. p. 387.

kürlich verkürzt oder verlängert werden kann) — auf dieselbe Weise mit Riechpartikelchen gefüllt wie in dem vorangehenden Momente, wann die Strömung durch die Nase im vollen Gang war. Und doch sagt von Vintschgau: »sobald der Strom durch die Nase zu fließen aufhört, dann verschwindet auch beinahe sofort der Geruch«. Fick[1]) versuchte eine von vielen Seiten[2]) anerkannte Erklärung, nach welcher alle Riechstoffe die Eigenschaft haben sollten, durch die Schleimhaut der Regio olfactoria sehr schnell resorbiert zu werden. Da nun der dem eigentlichen Geruchsorgane angewiesene Raum sehr schmal und beiderseits von der Schleimhaut umgeben ist, so verschwinden die Riechteilchen augenblicklich, falls nicht neue Mengen fortwährend zuströmen. Demzufolge würde die Geruchswahrnehmung beinahe gleichzeitig mit der Luftbewegung aufhören, wenn man eine wenigstens an und für sich sehr wahrscheinliche Voraussetzung hinzufügt, nämlich — dass Riechstoffe, sobald sie einmal in der dünnen die Schleimhaut bedeckenden Flüssigkeitsschicht aufgelöst sind, nicht mehr im Stande sind, die Nervenendigungen zu reizen.

Die Erscheinung verliert nach meiner Meinung viel vom Überraschenden, wenn man erwägt, dass es sogar mehr als eine Ursache giebt, wodurch — nach Aufhören der Inspiration — die Riechteilchen aus der Riechspalte entfernt werden. Auf letzteres kommt es selbstsprechend an, denn ob irgendwo in der Nase noch riechende Moleküle vorhanden sind, ist in diesem Augenblicke für das Riechen gleichgültig.

Braune und Clasen haben, wie bereits erwähnt, darauf hingewiesen, dass während jeder Inspiration die Luft in den Nebenhöhlen der Nase verdünnt wird. Sie bewiesen dies experimentell für die Highmor's Höhle, aber es gilt selbstverständlich für alle blinden Ecken. Es hat zur Folge, dass nach dem Einatmen wieder ein wenig Luft nach diesen Stellen zuströmen muss. Im Augenblicke des Umschlagens zwischen der Ein- und Ausatmung entsteht also eine Strömung zuerst nach dem sogenannten Meatus supremus (für den Sinus sphenoidalis und die hintersten Labyrinthzellen), dann nach dem mittleren Nasengang (für die Highmor's Höhle und den Sinus frontalis). Es erhellt, dass die am nächsten bei diesen Öffnungen befindliche Luft zuerst an die Reihe kommt, in die Höhlen hineingezogen zu werden, was unzweifelhaft auch mit dem Inhalt der Riechspalte geschieht, welche schnell entleert und aus der Umgebung, vornehmlich aus dem Pharynx aufs Neue gefüllt wird. Die Umgebung enthält wegen einer anderen Ursache keinen Riechstoff mehr. Die Nasenhöhle ist im Vergleich mit den verhältnismäßig engen Nasenlöchern sehr geräumig. Der eindringende Luftstrom verbreitet sich nach den Choanen

---

1) Fick, Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane. Lahr 1864. S. 102.
2) O. a. Paulsen, Strömung der Luft in der Nasenhöhle. Wien 1882. S. 20.

zu, aber bleibt dennoch auf eine bestimmte Bahn längs der Scheidewand beschränkt. In den mittleren und unteren Nasengängen, welche sich unter den gebogenen Muscheln fortsetzen, ist von dieser Strömung wenig oder gar nichts zu bemerken. Unmittelbar nach Aufhören der Bewegung gegen das Umschlagen des Einatmungsstromes in die exspiratorische Luftbewegung vermengt sich alles durch Wirbelströme und die mit Riechstoffen geschwängerte Luft wird mit der geruchlosen Luft aus den Nasengängen verdünnt. Folge davon ist, dass nach solcher Auffrischung die Luft in der Riechspalte nicht neuerdings mit riechenden Teilchen gefüllt werden kann, ehe ein neuer Atemzug sie wieder an den Eingang der Spalte gebracht hat.

Mit dieser Betrachtung stimmt vollkommen überein, dass die Zwischenzeit nicht mehr von Geruchsempfindung frei bleibt, wenn viel von einem Riechstoff in die Nase hineingerät. Dann riecht man auch zwischen den Inspirationen, während der Atempausen. Die Menge braucht dazu nun gerade nicht so besonders groß zu sein. Es genügt bereits, aus einem Olfactometer das doppelte des Minimalgeruches einzuatmen; man darf nur nicht das Zeitmaß der Einatmungen zu langsam nehmen.

Diese Folgerungen werden gleichfalls durch die experimentelle Thatsache begründet, dass die Wahrnehmung deutlicher und länger fortdauert, wenn man das Atmen plötzlich auf der Höhe der Inspiration einhält, als wenn man wie beim gewöhnlichen Atemholen sofort in die Exspiration übergeht.

Ein dritter Einwurf wurde mir von L. de Jager[1]) gemacht. Wenn man mittels eines mit einer langen Canüle versehenen Ballons riechende Luft unmittelbar in die Riechspalte einbläst, erhält man eine Empfindung, welche einer inspiratorischen Geruchswahrnehmung vollkommen ähnlich ist. Worauf begründet sich diese Übereinstimmung? Zuerst in der Geruchsempfindung selbst, welche ungefähr gleichzeitig mit dem Eindringen des Luftstromes beginnt. Dann in dem plötzlichen Aufhören der Empfindung nach Einstellen der Einblasung. Beides ist klar. Die Geruchsempfindung entsteht, wenn riechende Moleküle in die Riechspalte gelangen, für die Endwirkung aber bleibt es gleichgültig, ob dies durch Einblasen oder durch Diffusion geschieht. Die Wahrnehmung hört plötzlich auf, weil die umgebende Luft (Pharynx, Nasenhöhle) sehr rasch die Riechpartikelchen aus der Riechspaltenluft wegnehmen wird, was teilweise durch die nach Aufhören der Einblasung entstehenden Wirbelströme geschieht. Andernteils ist es wieder die Diffusion, welche die Verbreitung desselben nach allen Richtungen zu befördern strebt. Endlich dürfte vielleicht auch die Absorption der Riechstoffe durch die Schleimhaut

---

1) Nederl. Tijdschrift voor Geneeskunde. 1888. II. Teil. S. 378.

selbst dazu beitragen (Fick's Hypothese). Jedenfalls muss man wohl in Erwägung ziehen, dass selbst bei einer geringen Verminderung der Zahl der riechenden Moleküle die Empfindung gänzlich verschwinden wird, weil das Geruchsorgan durch einen vorangehenden stärkeren Reiz leicht für einen folgenden schwächeren abgestumpft wird.

Ich glaube also nach Erwägung von allem bisher über den Riechmechanismus Bekannten zur Hypothese berechtigt zu sein, dass die eigentliche Riechschleimhaut nicht unmittelbar durch den Atmungsstrom getroffen wird, dass aber die Riechpartikelchen durch Diffusion dahin befördert werden. Man könnte diese Hypothese auch so auffassen, dass man die Atmungsluft bogenförmig längs des Septums, in derselben Weise strömend wie Paulsen dies experimentell nachgewiesen, und dann diese Strömung längs der ganzen Bahn durch Diffusion breit ausfließend sich vorstellt. So würde sich dann meine Auffassung mit jener Paulsen's decken. Ich gebe jedoch der ersten Formulierung den Vorzug, weil sie Strömung und Diffusion auseinanderhält und bestimmter angiebt, welche Verhältnisse und welche physikalischen Kräfte dabei thätig sind.

Wir wissen nun, wie die riechenden Moleküle in die Riechspalte, wie sie in die Nähe des Sinnesepitheliums geraten, doch ist damit der Mechanismus des Riechens noch nicht vollständig aufgeklärt. Wie werden wir nun die Art des Contactes aufzufassen haben?

Johannes Müller[1]) erörterte in dieser Hinsicht die Hypothese, dass die Riechstoffe zuerst in dem als dünner Belag die Regio olfactoria bedeckenden Schleim sich auflösen und dann in gelöstem Zustand auf die Riechzellen einwirken. Ein Vorteil dieser Hypothese ist, dass durch sie das Vorkommen eines Riechcentrums und eines peripheren Geruchsorganes sowohl bei Amphibien als bei Fischen leichte Erklärung findet. Die nämlichen Teile des Centralnervensystems wie bei den Säugetieren und Vögeln, die blind-endigenden Nasentaschen, sind hier mit einer verwandten Function betraut. Es ist sogar nicht anders denkbar, als dass Riechstoffe durch das Wasser mitgeführt und schließlich mit den Endigungen der Olfactoriuszweige in Berührung gebracht werden. Gleichwohl, wie Johannes Müller unmittelbar beifügt, ergiebt sich hieraus nur, dass der Geruchsnerv auch bei den Fischen sinnliche Eindrücke empfängt, welche diesen Tieren als Riechwahrnehmungen zum Bewusstsein kommen, gerade weil es der Olfactorius ist, welcher diese Sensationen dem Centrum zuführt. Weitere Folgerungen sind nicht gestattet. Zuckerkandl[2])

1) Johannes Müller, Physiologie. Bd. II. S. 484. Über das Riechen ungewirbelter Tiere vergleiche man den Anhang am Schlusse dieses Buches.

2) Zuckerkandl, Das peripherische Geruchsorgan der Säugetiere.

hat später dargelegt, dass, wenngleich die Fische ein gut entwickeltes Geruchsorgan besitzen, der rudimentäre Charakter dieses Sinneswerkzeuges bei den im Wasser lebenden Säugetieren gewiss gegen J. Müller's Hypothese spricht. Der Walfisch hat, gleichwie der Delphin und der Seehund, ein äußerst reduciertes Riechorgan. Dagegen ist bei letzterem die Nasenmuschel, homolog mit einer Concha nasalis inferior, besonders stark entwickelt und reichlich mit Trigeminusästen versehen. Es scheint, dass dem Tastsinne hier eine besondere Function zugewiesen ist. Von Geruch jedoch kann kaum die Rede sein, wenigstens wird er, sollte er wirklich vorhanden, nur in sehr beschränktem Maße thätig sein.

Die im Wasser lebenden Säugetiere liefern also einen deutlichen Beweis, dass das Geruchsorgan in jener Form, wie es bei den Landsäugetieren vorkommt, unter dem Wasser nicht dienlich sein kann.

Johannes Müller war sich denn auch wohl bewusst, dass die vergleichende Anatomie niemals als Argument für die Hypothese dienen könne, dass die Riechstoffe zuerst im Schleime gelöst werden müssten, ehe sie mit den Riechzellen in Berührung kommen. Er hat nach anderen Gründen gesucht und geglaubt, sie in der beständigen Feuchtigkeit der normalen Nasenschleimhaut gefunden zu haben. Wenn die Schleimhaut im ersten Stadium der Rhinitis trocken erscheint, zeigt sich auch das Riechen behindert. Es bedarf kaum eines Beweises, dass dieses Argument aus der Pathologie ebensowenig stichhaltig ist. Betrifft ja die Trockenheit in diesem Falle beinahe ausschließlich den respiratorischen Teil der Nasenhöhle und ist überdies mit einer Hyperämie und Anschwellung vereinigt, welche mehr hindern, als es die bedeutendste Trockenheit thun könnte, zu schweigen von der Frage, ob das Sinnesepithel selbst nicht an der Entzündung beteiligt sei.

Die Vertreter der Auflösungshypothese schlugen schließlich einen neuen Weg ein und forschten, ob es möglich wäre, Riechstoffe in Lösung den Riechzellen unmittelbar zuzuführen. Wie bekannt, misslangen die früheren Versuche von Tourtual, Weber, Valentin und Fröhlich[1]. Da aber diese Untersucher aus früherer Zeit mit Lösungen von abnormer osmotischer Spannung experimentierten, so können ihre Versuche nicht als entscheidend bezeichnet werden. Die Schleimhaut und in erster Reihe die specifischen Elemente werden solch grobe Veränderungen unter dem Einfluss einer unzweckmäßigen Concentration erlitten haben, dass die Wahrnehmung nicht möglich war, und wirklich eine Abstumpfung des Geruchssinnes einige Minuten nach dem Versuche anhielt.

[1]) Vergl. hierüber: von Vintschgau, Geruchssinn. S. 259.

Unter Kronecker's Leitung hat E. Aronsohn[1]) die alten Versuche, diese Complicationen vermeidend, wieder aufgenommen. Er benutzte dabei eine physiologische Salzlösung von 40° C. und ließ dieselbe in vornüber gebeugter Stellung aus einer Höhe von etwa $^1/_2$ m durch eine Eichel in die Nase fließen. Es fehlen weitere Angaben über die dabei angenommene Haltung, und man ist beinahe zur Vermutung geneigt, dass wohl die gewöhnliche Stellung eingenommen worden sein dürfte, welche ein Kranker bei einer Nasendouche annimmt[2]). Nun wurden der physiologischen Salzlösung Riechstoffe in großer Verdünnung zugesetzt, wie: Gewürznelkenöl (0,05—0,1); Kampfer (0,5—0,1); Cölnisches Wasser (0,8—1,0); Kumarin (0,5); Vanille (0,05—0,1). Durch diese Zusätze entstand eine unzweifelhafte Geruchswahrnehmung. Wurde jedoch hiermit bewiesen, dass Lösungen als solche riechen? Nicht im geringsten, denn dazu müsste noch überdies sicher gestellt sein, dass in Aronsohn's Versuchen die ganze Riechspalte bis ans Dach gefüllt gewesen sei. Es ist kaum denkbar, dass dieser Forderung entsprochen wurde. denn Jeder kennt die Schwierigkeit, die Luft aus Blindsäcken zu vertreiben. Solange jedoch Luftblasen haften bleiben, wird der Riechstoff verdunsten können und auf gewöhnliche Weise, d. h. in Gasform auf das specifische Epithel wirken. Bis wir eines Besseren belehrt sind,

---

1) E. Aronsohn, Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie des Geruches. Inaug.-Diss.

2) Anmerkung. Dr. E. Aronsohn war so freundlich, meine bezügliche Frage also zu beantworten: »Bei natürlicher Kopfhaltung kann an eine vollkommene Füllung der Nase kaum gedacht werden. Darum meine ich, dass der Zweck am sichersten erreicht wird, wenn man den Kopf bei vornübergeneigter Körperhaltung so weit nach vorn hinunterbeugt, dass der Nasenrücken zum Nasenboden gemacht wird; die eindringende Flüssigkeit wird so die Regio olfactoria zunächst unter Wasser setzen und unter Wasser halten. Werden bei dieser Stellung riechende Flüssigkeiten empfunden, so ist bewiesen quod erat demonstrandum.« — Ich erlaube mir hierzu folgende Bemerkungen zu machen: 1) eine sorgfältige Beobachtung bei so stark vorgebeugtem Kopfe hat wegen Congestionen nach dem Kopf eigentümliche Schwierigkeiten, da die Nasendouche ziemlich lange fortgesetzt werden muss, will man einigermaßen sicher sein, dass die Riechspalte beiläufig gefüllt sei. 2) Wenn der Nasenrücken zum Nasenboden gemacht wird, so wird das Dach der Nasenhöhle eine senkrechte Stellung einnehmen. Die in die Riechspalte gelangende Feuchtigkeit wird dann zuerst längs des Siebbeines ein höheres Niveau bekommen und nicht in letzter Reihe die blinden Räume an der Vorderseite des Keilbeins füllen. Es wird in der Regel eine Luftblase hängen bleiben und die Flüssigkeit längs der Choanen nach der andern Seite hinüberfließen. 3) Darf man nicht übersehen, dass von 20—30 Personen, die sich dem Versuche unterworfen haben, drei keine Geruchswahrnehmung empfanden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass gerade in diesen drei Fällen die Füllung der Nasenspalte vollständig gelungen und in den 17—27 übrigen eine Luftblase zurückgeblieben sei, welche sich natürlich dann durch Verdunstung mit Gerüchen schwängerte.

werden wir uns also gegenüber den Aronsohn'schen Folgerungen ablehnend verhalten. Vielleicht, dass spätere Leichenversuche uns die technische Ausführbarkeit einer vollkommenen Füllung der Nasenspalte während der Nasendouche demonstrieren können, dann würde sich die Sache wesentlich ändern.

Dennoch werden einzelne der Aronsohn'schen Versuche ihren Wert nicht einbüßen.

Dieser verdienstvolle Forscher suchte für eine Anzahl von Salzen den Concentrationsgrad zu bestimmen, in welchem sie den Geruch nicht behinderten. Es ergab sich die Möglichkeit, durch Anwendung von 1,46 % Natrium bicarbonicum, 2,92 % Natrium sulfuricum, 4,38 % Natrium phosphoricum und 4,38 % Magnesium sulfuricum[1]) den Geruch unbeeinträchtigt erhalten zu können. Höchst merkwürdig ist dabei, dass Natriumphosphat, Natriumbicarbonat und Magnesiumsulfat unter diesen Umständen eine deutliche, übrigens ziemlich gleiche Geruchswahrnehmung hervorrufen. Später wird sogar berichtet, dass eine hell-weinrote Lösung von Kaliumpermanganat einen angenehmen Geruch mit lang anhaltendem Nachgeruch gäbe. Dabei war jedoch der Geruch für andere Düfte nicht erhalten, so dass wieder eine Einbuße stattgefunden haben muss.

Es scheint mir, dass wir in der Deutung dieser Thatsache ungemein vorsichtig sein müssen. Bei der Weber'schen Nasendouche fließt die Flüssigkeit nicht nur durch die Nasenhöhle, sondern auch durch den Pharynx[2]). In wie fern kommt dabei eine Geschmackswahrnehmung ins Spiel? Wir vermögen nicht durch Selbstbeobachtung allein darüber zu entscheiden, denn jedermann weiß, wie wir beim Kosten unserer Speisen und Getränke den Geschmack und Geruch derartig verweben, dass wir beide Sinneseindrücke ohne Controlversuche anzustellen unmöglich zu trennen im Stande sind. Experimentell ist der Zweifel nicht aufgehoben,

---

1) Diese Salzgehalte stehen zwar nicht in dem theoretisch geforderten Verhältnisse zu den Molekulargewichten (van 't Hoff's osmotischem Druck; vergleiche auch die Anwendung davon auf die Blutkörperchen von H. J. Hamburger in der Zeitschrift für Biologie. Bd. XXVII. 1890. S. 259). Dennoch darf man nicht unbeachtet lassen, dass Aronsohn in seinen Versuchen mit ziemlich großen Stufen die Concentrationen steigerte und es immerhin möglich ist, dass, bei Wiederholung der Untersuchung von unserem Gesichtspunkte aus, eine Proportionalität mit den Molekulargewichten ans Licht treten wird. Aronsohn findet z. B. für Magnesiumsulfat eine 3,65 % Lösung noch nicht indifferent, dagegen 4,38 % genügend. Nun liegt die Concentration, welche Hugo de Vries für Pflanzenzellen mit seiner 1,01 % Salpeterlösung isotonisch fand, bei 3,69 % (wenn das Krystallwasser mitgerechnet wird), also ein zwischen Aronsohn's beiden Procentgehalten liegender Wert.

2) Vergleiche über die Localisation des Geschmackssinnes von Vintschgau in Hermann's Handbuch. Bd. III. 2. S. 161.

denn Aronsohn erwähnt in seiner Abhandlung dieser Möglichkeit nicht.

Wir sind also nicht viel weiter gekommen. Wir wissen noch immer nicht, ob die Riechstoffe, um gerochen zu werden, im Schleime gelöst werden müssen. Zwar giebt es noch einen anatomischesn Beweisgrund, welcher Müller's Hypothese mehr oder weniger wahrscheinlich zu machen scheint, nämlich die reichliche Anwesenheit von Bowman'schen Drüsen in der ganzen Tierreihe. Jedoch ebenso gut könnte es sein, dass die Flimmerhärchen der Riechzellen durch das Drüsensecret nicht befeuchtet, sondern nur gegen Austrocknung geschützt werden, dass nur eine sehr dünne Schicht adhärierender Feuchtigkeit die specifische Schleimhaut bedecke. Was uns die Histologen mitteilen, spricht gerade für diese letztere Annahme.

Erweitern wir unseren Blick außerhalb des engen Rahmens, innerhalb dessen sich die Literatur über diesen Gegenstand bislang bewegte, so stoßen wir auf allgemeine Eigenschaften der Riechstoffe, welche gegen Müller's Hypothese streiten. Die Riechstoffe in der Natur, welche unsere Aufmerksamkeit am meisten in Anspruch nehmen, sind zwar flüchtig, aber in der Regel gar nicht oder nur sehr wenig in Wasser löslich [1]). Betrachten wir z. B. die im Hauptstück über die Physik der Gerüche angeführte Reihe von Liégeois, so werden wir in dieser fast keinem einzigen leicht löslichen Stoff begegnen. Nehmen wir irgend ein Handbuch über Parfümerienindustrie zur Hand, so finden wir nur etwa ätherische Öle, Kampfer, Harze u. s. w. erwähnt.

Ferner, stellen wir ein Glas Wasser in eine Stube, in welcher z. B. stark geraucht, oder worin ein Fläschchen Parfüm umgestoßen wurde, so wird das gläserne Gefäß durch den anhaftenden Duft riechend werden, das Wasser aber geruchlos bleiben. Es wird sich ebenso verhalten, wenn wir das Wasser durch einen ganz geringen Zusatz von Natriumbicarbonat leicht alkalisch machen. Legen wir hingegen Baumwollenwatte in das Gemach, so werden wir noch nach Tagen den Tabakrauch oder das Parfüm wahrnehmen können [2]).

Die vorerwähnten Erwägungen machen die Hypothese nach meiner Ansicht sehr unwahrscheinlich, dass die riechenden Moleküle zuerst im Schleime sich auflösen müssen, ehe sie zu den Riechzellen gelangen können. Diese Voraussetzung ist allerdings nicht widerlegt, doch darf

1) Wählt man statt des Wassers flüssiges oder halbflüssiges Fett. so absorbiert dieses sehr begierig den Geruch.

2) Eine gleichartige Beobachtung hat, wie ich glaube, Ramsay in der »Nature« im Jahre 1882 mitgeteilt.

sie keineswegs als erhärtet gelten, wie viele glauben, und nur triftige Gründe könnten uns zu ihrer Annahme bestimmen.

Über den Mechanismus des Riechens lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

A. Beim Schnüffeln, d. i. beim unmittelbaren stoßweisen Einführen der riechenden Luft in die Riechspalte, wenigstens in deren vordersten oder untersten Teil; Ausbreitung der Duftwolke daselbst durch Diffusion; Berührung der riechenden Moleküle in Gasform mit den Flimmerhärchen der Riechzellen.

B. Bei ruhigem Atmen: bogenförmige Strömung der Atemluft, als höchster Punkt von deren Bahn der Unterrand der mittleren Muschel gilt — (Paulsen, Zwaardemaker) — oder der Unterrand der oberen Muschel (Franke); — Aufsteigen der riechenden Moleküle durch Diffusion; Berührung derselben in Dampfform mit den Flimmerhärchen der Riechzellen.

Die Leitungsapparate des Auges und Ohres haben nur den specifischen Zweck, die Lichtstrahlen oder die Schallwellen zur Netzhaut oder zur Schnecke zu befördern. Hier aber begegnen wir einem Apparat, der hinsichtlich seiner sinnlichen Function zwar mit der Linse und mit der Kette der Gehörknöchelchen verglichen werden kann, zugleich aber auch für die Atmung nach deren besonderen Erfordernissen für Erwärmung und Reflexsensibilität sich angepasst hat. Es erhellt aufs deutlichste aus der Formverschiedenheit, welche die Tiere in dieser Hinsicht zeigen, dass das Bedürfnis des Riechens einzig und allein bestimmend gewesen. Auch in dieser Hinsicht ist das Sinnesorgan auf's innigste an das Atmen gebunden, die conditio sine qua non seiner Thätigkeit.

---

## IV. Riechfelder und Atemflecken.

Wir haben im vorigen Hauptstück der Bahn nachgeforscht, welche die Atemluft durch die Nasenhöhle nimmt. Sie bildet bei ruhigem Atmen eine bogenförmige Strömung, welche am Unterrand der oberen Muschel ihren höchsten Punkt erreicht und, wie es scheint, größtenteils über die untere Muschel zieht. Nur ein kleiner Teil der Luft nimmt den geraden Weg, d. i. unter der unteren Muschel hinweg. Wir geben beim Schnobbern, wie es scheint, der Strömung absichtlich eine steilere Richtung, so dass sie mehr gerade in der Richtung nach dem Dache der Nasenhöhle aufsteigt. Es lässt sich kaum bezweifeln, dass die Intensität der Geruchswahrnehmung dadurch gewinne, denn während bei ruhigem

Atmen die riechenden Moleküle nur durch Diffusion den Riechzellen sich nähern können, werden sie jetzt in großer Anzahl unmittelbar durch die Strömung selbst dahin befördert. Wir lernten sowohl in dem einen wie in dem anderen Falle die merkwürdige Erscheinung kennen, dass die Atemluft, welche durch die hintere Hälfte des Nasenloches zieht, am Riechen sich durchaus nicht beteiligt und uns geruchlos scheint, selbst wenn sie mit Riechteilchen stark geschwängert ist. Nur die durch die vordere Hälfte des Nasenloches dringende Luft kommt der Empfindung zu gute (Fick).

Solche Thatsachen regen von selbst die Frage an, aus welchen Bezirken die Nase Riechstoffe aufnimmt? Wenn wir den Kopf nach allen Richtungen wenden, wird der Umkreis sehr bedeutend sein, jedoch beträchtlich kleiner sich gestalten, sobald wir den Kopf unbeweglich halten. Man würde bei oberflächlicher Betrachtung denken können, dass jene Frage mit einer anderen einfacheren sich decke, nämlich mit jener nach dem Bezirk, aus welchem die Luft beim Atmen eingesogen wird. Wir wissen, dass letzterer Bezirk zwei Kegel mit den Nasenöffnungen als Spitzen bildet, auf deren Gestalt und Größe wir aus dem Atmungsstrome einigermaßen schließen können, welchen wir an kalten Wintertagen zu Nebelwolken verdichtet aus der Nase heraus treten sehen. Wir dürfen doch annehmen, dass Ein- und Ausatmung sich in dieser Hinsicht nicht nennenswert von einander unterscheiden werden.

Gleichwohl folgt aus dem Fick'schen Versuche, dass die Räume, aus welchen wir atmen, und jene, woraus wir riechen, gewiss nicht dieselben sein können. Letztere bilden offenbar nur eine Abteilung der ersteren, und nur durch absichtliche Proben mittels des Geruchsorganes selbst wird es gelingen, ihre Grenzen zu bestimmen. Denken wir uns vor dem Munde zur Höhe der Oberlippe, zur Höhe der Unterlippe und zur Kinnhöhe reichende horizontale Schnittflächen, so werden wir daraus die Ränder der fraglichen Kegel bestimmen können. Es werden auf diese Weise Felder entstehen, welche wir analog mit den Sehfeldern »Riechfelder« nennen können. Wir dürfen als höchst wahrscheinlich annehmen, dass diese Riechfelder in allgemeiner Form untereinander übereinstimmen, da wir sie mehr oder weniger als Projectionen der Abteilungen der Nasenlöcher betrachten können, längs welchen die Riechteilchen sich bewegen und, sei es unmittelbar oder durch Diffusion, nach den Endigungen des Sinnesorganes befördert werden.

Wir sehen beide Atemkegel in kalter Luft sehr deutlich getrennt. Nicht unwahrscheinlich dürfte dies auch mit den rechts- oder linksseitigen Riechfeldern der Fall sein. Dieser Punkt wird bei der empirischen Abgrenzung der Riechfelder zuerst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Dann entnahmen wir aus dem Hauptstück über den Mechanis-

mus des Riechens, wie beim Schnobbern die Nasenflügel gehoben und dadurch der Atmungsstrom mehr als beim gewöhnlichen Atemholen nach der Scheidewand geleitet wird. Es kann nicht anders sein oder dies muss zur Folge haben, dass aus einem weiteren Umkreis, als bei normalem Atmen, Luft nach innen gesogen wird. Die Riechfelder werden daher vermutlich eine einigermaßen beträchtlichere Breite haben, als der Durchschnitt der Atemkegel in gleicher Höhe angenommen wird. Dies ist der zweite specielle Punkt, den wir bei unseren Riechfeldmessungen in Betracht zu ziehen haben.

In der Literatur war bisher noch niemals weder von den Riechfeldern die Rede, noch von einer Methode zur Abgrenzung derselben. Wir werden daher versuchen, hier selbst irgend einen Weg zu finden. Bald zeigt es sich, dass die größte Schwierigkeit hier in der Wahl eines Riechstoffes, welcher zugleich große Geruchsintensität und geringe Diffusibilität besitzt, gelegen ist. Wir brauchen vor allem eine kräftige Geruchsquelle, welche zuerst außerhalb und dann innerhalb des Riechfeldes anzubringen ist. Und dann liegt die Gefahr vor, dass das ganze Gemach oder jedenfalls die Umgebung des Kopfes derartig mit Duft erfüllt wird, dass man von der Fortsetzung des Versuches wird abstehen müssen. Ich fand glücklicherweise einen vortrefflichen Riechstoff für diesen Zweck im Nelkenöl, von welchem man ein paar Tropfen in einer Pravaz'schen Spritze aufnimmt. Dann zieht man den Stempel zurück und füllt die Spritze mit Luft, welche nach einigen Augenblicken vom Nelkenöldampf gesättigt ist. Jetzt genügt ein leiser Druck auf den Stempel, um ein wenig Nelkenölgeruch aus der Canüle hervortreten zu lassen, welche in unserem Versuche als Geruchsquelle dienen kann. Nach Überwindung dieser geringen Schwierigkeit kommt die Frage der Bestimmung und Registrierung des Riechfeldes an die Reihe. Auch diese Frage scheint auf einfache Weise lösbar. Ein nicht allzudünnes Stück Papier wird in der Höhe der Mundspalte horizontal unter die Nase gehalten. Am besten fixiert man es mit den Zähnen. Dann stecken wir die Canülenspitze von unten nach oben durch das Papier und lassen etwas Nelkenöldampf hervortreten. In demselben Augenblicke schnuppert die Versuchsperson vorsichtig, und sobald während dieses Vorganges in der erstfolgenden Secunde eine Geruchswahrnehmung entsteht, wird von einem Gehülfen mit der Bleifeder ein Kreis um die Stichöffnung gezogen. Unterbleibt die Geruchswahrnehmung, so wird keine Kreismarke gemacht. Auf diese Weise häufen sich allmählich die kleinen Kreiszeichen auf der Oberfläche des Papiers. Wenn deren Zahl genügend scheint zur Construierung des Riechfeldes, wird das Papier auf den Tisch gelegt und die äußerste Reihe der Stichöffnungen durch eine Linie vereinigt, welche dann den Umfang des Riechfeldes darstellt. Wir

fanden dann immer zwei solcher Felder symmetrisch vor beiden Nasenlöchern. Die Abbildung (Fig. 10) zeigt solche auf diese Weise gewonnene Riechfelder und die Stichmarke, hier durch größere Punkte angegeben, aus welchen sie hervorgegangen. Wir haben es jedoch der größeren Objectivität wegen unterlassen, die äußerste Punktreihe durch eine Linie zu vereinigen.

Diese Methode ist ebenso einfach, als schnell und sicher. Man könnte ihr eigentlich nur einen Vorwurf machen, nämlich dass durch die horizontale Lagerung des Papiers die Einatmung behindert und bei einer der normalen gleich starken Inspiration etwas mehr Luft von der Seite nach innen gesogen wird. Wir können aber auch die Bestimmung statt

Fig. 10. Riechfelder.



Links. Olfactus = $^2/_3$ (für Kautschuk bestimmt).

Rechts. Olfactus = 1 (für Kautschuk bestimmt).

mit Papier mit einem Stück weitgewebter Gaze wiederholen. Damit bekommen wir aber keine nennenswert kleineren Riechfelder, als mit dem Papierblatte. Überdies wird der Atem, wenn wir in einer gewissen Anzahl von Fällen den Geruchssinn absichtlich anstrengen, mehr oder weniger behindert. Solches findet z. B. statt, wenn wir eine Blume, eine Speise oder ein Getränk unter die Nase halten oder wenn ein Tier die Beute oder eine Spur beriecht. Die Riechfeldbestimmung mittels des Papierstückes scheint darum nicht unnatürlich. Und in diesem Falle verdient sie unzweifelhaft den Vorzug, weil auf keine andere Weise die Resultate der Beobachtung so leicht verzeichnet werden können. Dazu kommt, dass durch dieses Papier eine Abtrennung zwischen dem Raume,

worin die Injectionsspritze sich befindet und welche daher mehr oder weniger stark nach Nelkenöl riecht, und dem Umkreis, woraus wir bei den Versuchen einatmen, bewerkstelligt.

Das Papier wird bei der typischen Ausführung dieses Verfahrens in der Höhe der Mundspalte zwischen die Zähne geklemmt. Es wird, um das Erweichen zu verhindern und um von Zeit zu Zeit den Versuch unterbrechen zu können, an der Berührungsstelle mit dem Munde mit einer Wasserglaslösung bestrichen, so dass es dann ohne Schwierigkeit ab und zu entfernt, getrocknet und aufs neue zwischen den Zähnen gefasst werden kann. Um sicher zu sein, dass das Papier fortwährend in die gleiche Lage zurückgebracht wird, ziehen wir mitten auf letzterem eine gerade Linie, die jedesmal in die Medianfläche fallen soll. Die Zahneindrücke geben dann noch weitere Gewissheit über die Identität der Lage des Papiers zu verschiedenen Zeitpunkten.

Beide Riechfelder liegen, wie gesagt, im Ganzen genommen symmetrisch, sind von einander durch einen Streifen von ungefähr $1/2$ cm Breite, von welchem kein Geruchsreiz ausgeht, getrennt. Sie erstrecken sich nach vorne nicht vollkommen bis zu jenem Punkte, wo die Verlängerungslinie des Nasenrückens das Papier trifft. Eine dicht an der Oberlippe gelegene Zone bleibt gleichfalls frei, da sie der hinteren Abteilung der Nasenlöcher entspricht.

Ich untersuchte bisher nur wenige Personen, kann daher nicht mitteilen, ob und inwiefern sie wichtige individuelle Unterschiede darbieten, nur überraschte es mich, in zwei Fällen von einseitiger Facialparalyse, wie man es in der That theoretisch erwarten konnte, eine Einschränkung des Riechfeldes zu finden an derselben Seite, an welcher der gelähmte Nasenflügel herabhing und das Nasenloch verengert war.

Wie wir bereits erwähnten, muss das Riechfeld notwendigerweise kleiner sein als der entsprechende horizontale Durchschnitt des Atmungskegels, welcher nur in seitlicher Ausbreitung um ein Geringes überschritten sein kann infolge des einigermaßen schieferen Standes der Nasenflügel bei absichtlichem Riechen. Diese Unterschiede werden aber keineswegs bedeutend sein und daher lohnt es sich wohl der Mühe, bevor man zur Messung des Riechfeldes schreitet, zuerst die Gestalt des Atmungskegels zu untersuchen. Um so lieber wird man hiermit beginnen, weil der Horizontaldurchschnitt des Atmungskegels auf sehr einfache Weise gefunden werden kann. Man braucht nichts weiter zu thun, als einen Metallspiegel unter die Nase zu halten, auf welchem bei der erstfolgenden Ausatmung ein Atemfleck[1]) erscheint, der nur langsam verschwindet und welchen man ungestört besichtigen kann, wenn man den

1) Nederl. Tijdschr. v. Geneeskunde. 1889. Bd. I. S. 6 u. 297.

Spiegel, noch ehe eine zweite Ausatmung gefolgt, fortnimmt. Auch diese beiden Atemflecken sind bei normalen Individuen symmetrisch, sie sind am kleinsten in der Höhe der Oberlippe und etwas größer in der Höhe der Mundspalte. Unter gewöhnlichen Verhältnissen sind sie in der Kinnhöhe zu schwach und flüchtig, um eine gehörige Untersuchung zu gestatten.

Die Atemflecken zeigen nur im ersten Augenblicke ihres Entstehens einen Umfang, der dem wirklichen Durchschnitt des Atmungskegels entspricht. Sie werden während der Verdunstung des Niederschlages auf dem Spiegel rasch kleiner. Um zu verhüten, dass dies nicht allzuschnell geschehe, ist es erwünscht, einen Metallspiegel zu wählen, z. B. einen nicht allzu concaven Reflector. Man trage nur Sorge, dass dieser nicht vorher durch die Hand oder durch wiederholte Versuche erwärmt werde.

Fig. 11. Vorn.



Hinten.

Atemflecken des Verfassers.

Der rechte sowie der linke Fleck zeigt die normale Spaltung in einen anterolateralen und einen posteromedialen Teil.

Die Größe der Atmungsflecken kann, wie erwähnt, nur im ersten Augenblicke nach dem Ausatmen vollkommen richtig beurteilt werden, die Gestalt derselben hingegen lässt sich während der ganzen Dauer des Entstehens untersuchen. Diese bietet dann äußerst interessante Eigentümlichkeiten, welche ich nun beschreiben werde.

Jeder Atmungsfleck für sich selbst hat eine abgerundete, einigermaßen in die Breite ausgedehnte Gestalt, welche sich während der Verdunstung in zwei längs einer einigermaßen schräg von vorn nach hinten laufenden Trennungslinie spaltet und nach hinten zu etwas seitwärts abweicht. Jeder Atmungsfleck bildet also einen Doppelfleck, wovon der mediane Teil jedesmal mehr nach vorn, der laterale Teil mehr nach rückwärts gelegen ist, eine Eigentümlichkeit, die sich bei allen normal geformten Nasenhöhlen zeigt. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass die besagte Spaltung durch die unterste Nasenmuschel veranlasst wird und wir daher hier einem Überrest jenes Zustandes begegnen, welcher sich bei den makrosmatischen Säugetieren durch eine so hohe Entwicklung auszeichnet. Man erinnere sich, wie beim Hunde und bei einer Anzahl anderer Säugetiere die untere Muschel sich vielfach verzweigt

und den ganzen Atmungsweg derartig anfüllt, dass die Luft gezwungen wird, zwischen und längs der zahlreichen Fächer hindurchzudringen. Man dürfte bei den Tieren vielleicht Atmungsflecken mit mehrfacher Spaltung finden. Also wäre dies von mir entdeckte, beim Menschen constante Vorkommen dieser Trennungslinie eine Erinnerung an jenen Zustand. Die Spaltung ist jedenfalls eine normale Erscheinung und nach beiden Seiten vollständig symmetrisch. Die so zahlreichen pathologischen Veränderungen der Nasenschleimhaut und die Asymmetrien des Nasenskelets ändern daran sehr wenig. Sie üben wohl einen Einfluss auf die Größe der Atmungsflecken, machen die gegenseitigen öfters ungleich, haben aber auf deren Form, namentlich auf die Spaltung nur geringe Einwirkung.

Wenn wir die Untermuschel als die Ursache der Teilung des Atmungsfleckes in eine anteromediale und in eine posterolaterale Hälfte betrachten, so ist es offenbar, dass nur die erstgenannte mit dem Riechen in Beziehung stehen kann. Es bildet sich in Folge des Einspringens der Cartilago triangularis an der Innenfläche der Nasenflügel die sogenannte, bei allen Säugetieren vorkommende Plica vestibuli, welche sich unmittelbar in die untere Muschel fortsetzt[1]. Wir dürfen daher kaum zweifeln, dass alle Luft, welche durch die Plica vestibuli aufgefangen wird, unter die untere Muschel geleitet wird. Diese wird die Wasserdampf-Strömung sein, die beim Ausatmen in umgekehrter Richtung gehend die posterolaterale Hälfte des Atmungsfleckes entwirft. Dagegen wird jener Teil der Luft, welcher zur medianen Seite der Plica vestibuli dringt, und vor allem jener Teil, der in die vordere Abteilung des Nasenloches eintritt, über die untere Muschel hinströmen können. Wie bekannt, kann nur diese Bahn eine Geruchswahrnehmung auslösen und es ist vor der Hand anzunehmen, dass der anteromediane Teil des Atmungsfleeks dem entsprechen wird. Gerade diese Hälfte wird also für das Studium des Riechfeldes wichtig erscheinen, während wir die posterolaterale Hälfte unbesorgt unbeachtet lassen können. Ja es ist sogar wahrscheinlich, dass die Form und Lage des Riechfeldes im allgemeinen mit dieser vordersten medianen Abteilung übereinstimmen wird. Wir werden ohne weiteres beide gleichstellen können, wenn wir von der geringen, durch das Aufheben der Nasenflügel beim Schnüffeln bewirkten Erweiterung des Riechfeldes, so wie von dem kleinen, zwischen dem Ein- und Ausatmen bemerkbaren Unterschied der Luftströmung absehen. Überall, wo es nicht auf allzugroße Genauigkeit ankommt, wird es gestattet sein, das Riechfeld aus der Lage und Größe des anteromedianen Atmungsflecks zu construieren. Augenblicklich, fast mühelos kann man letztge-

1) Zuckerkandl, Anatomie der Nasenhöhle. 2. Aufl. Bd. I. S. 35.

nannte Objecte zur Ansicht bringen und jedesmal aufs neue je nach der Blutfüllung oder nach der kartarrhalischen Schwellung beobachten.

Diese beiden Umstände bieten einen so willkommenen Vorteil, dass wir uns zur vielfältigen Verwertung der Atmungsflecken während der Versuche veranlasst sehen werden.

---

## V. Das gustatorische Riechen.

Kant hebt bereits in seiner Anthropologie[1]) die Verwandtschaft zwischen Geruch und Geschmack hervor: beide tragen wenig zu den empirischen Vorstellungen bei, welche wir über die Gegenstände außer uns bilden, sie erwecken aber hingegen in uns ein besonders lebhaftes Gefühl von Lust und Unlust. Außer dieser subjectiven Ähnlichkeit, auf welche Kant den Nachdruck legt, wird man auch noch eine objective Analogie nachweisen können. Die uns durch diese beiden Sinne bewusst gewordenen Wahrnehmungen, mögen sie auch weniger klar und scharf als die uns durch Auge und Ohr vermittelten sein, haben doch Intensität und Qualität gleichfalls als Attribute und durch sie entsteht jedenfalls die Vorstellung einer sehr kennzeichnenden Eigenschaft des beobachteten Dinges. Dieselbe ist chemischer Natur, sowohl im Falle einer Geruchswahrnehmung als einer Geschmackswahrnehmung, und manchmal werden wir durch sie über die Zusammensetzung der Speisen und Getränke genau belehrt. Ja, in der größten Mehrzahl der Fälle hat jeder Stoff, der in unseren Speisen und Getränken vorkommt, als solcher, seinen charakteristischen Geruch oder Geschmack, wodurch man ihn sogar in einem Gemisch erkennen kann. Ausnahmen hiervon giebt es nur in kleiner Anzahl, und derlei Stoffe werden größtenteils vom Menschen auf künstlichem Wege bereitet. Es ist selbstverständlich, dass das Geruchs- und Geschmacksorgan sich nicht phylogenetisch diesen Kunstproducten hatten anpassen können, jene Thatsache darf daher niemals als ein Gegen-

1) Anthropologie. Anthropologische Didaktik, besonders § 20, und ferner sowohl die vorhergehenden als die folgenden Paragraphen. — Der bekannte Satz. »der Geruch ist gleichsam ein Geschmack in die Ferne«, bleibe hier natürlich außer Betrachtung, weil hiermit an und für sich nichts gesagt ist. Nur sei erwähnt, dass auch Rousseau eine ganz übereinstimmende Bemerkung gemacht hat. »le sens de l'odorat est au goût ce que celui de la vue est au toucher« (der Geruch verhält sich zum Geschmack, wie das Gesicht zu dem Tastsinn). Die vielfache Analogie, welche unsere beiden Sinne anbieten, haben also offenbar auch außerhalb der Kreise der Naturforscher tiefen Eindruck zu machen nicht verfehlt.

beweis gegen diese Anschauungsweise vorgebracht werden. Übrigens wird unverkennbar durch die ganze Tierreihe hindurch die Nahrung hauptsächlich mittels des Geruches und des Geschmackes gewählt.

Die Verwandtschaft zwischen diesen beiden Sinnen ist also zweifach:

1. subjectiv, durch ihren kräftig affectierenden Charakter;
2. objectiv dadurch, dass sie uns von der Zusammensetzung der Nahrungsmittel in Kenntnis setzen.

Es ist daher ganz natürlich, dass die Geruchs- und Geschmackseindrücke mit einander derartig verschmelzen, dass es unmöglich ist, sie ohne absichtliche Untersuchung zu trennen. Letzteres ist allerdings einfach genug. Man hat nur mit geschlossenem Mund an irgend einem Stoff zu riechen, um ausschließlich eine Geruchswahrnehmung zu empfangen, und beim Kosten die Nase zuzuhalten, um eine gesonderte Geschmacksempfindung zu erzielen. Der gewöhnlich gebildete Mensch hat thatsächlich nie an diesen Kunstgriff gedacht und ist also auch in Ungewissheit geblieben, welche Empfindung auf Geruch, und welche auf Geschmack beruhe. So hält man allgemein den aromatischen Geschmack, z. B. von Vanille, Muskat, Zimmt und den Geschmack der Früchte für Wahrnehmungen des Geschmackssinns, während sie doch in der That Geruchseindrücke sind. Die älteren Physiologen begingen fortwährend solche Irrtümer und man hat sogar noch in neuerer Zeit, wie Oehrwall[1]) in seiner schönen Abhandlung über den Geschmackssinn, die Fertigkeit der Wein- und Theekenner hervorgehoben und den eigentümlichen Contrast, welchen der sogenannte Geschmack des Weines und Käses zu einander bilden, Eigentümlichkeiten des Geschmackssinnes zugeschrieben, und dies ungeachtet des eben erwähnten einfachen Versuches, welcher so leicht von der Unrichtigkeit dieser Ansicht hätte überzeugen können.

Das Verschmelzen zweier sinnlichen Eindrücke, welche durch anatomisch getrennte Endorgane aufgenommen, längs ganz verschiedener Bahnen nach dem Gehirn geleitet werden, und in zwei besonderen Centren zum Bewusstsein gelangen, scheint beim ersten Anblick sehr sonderbar. Oehrwall[2]) versucht eine Erklärung, welche ich hier wortgetreu anführe: — »Es ist wahrscheinlich, dass in den ersten Stadien der Entwicklung alle gleichzeitigen Empfindungen sich mit einander zu zusammengesetzten verschmelzen, und dass das Vermögen, diese in einfache Bestandteile aufzulösen, erst allmählich erworben wird. Wie weit eine solche Analyse getrieben werden kann, ist unmöglich im voraus zu entscheiden. Indessen kann man wohl vermuten, dass eine Bedingung

---

1) A. Oehrwall, Untersuchungen über den Geschmackssinn. Skandinavisches Archiv für Physiologie. Bd. II. 1891. S. 3.

2) Oehrwall l. c. S. 20.

erfüllt werden muss, damit wir vermögen, eine zusammengesetzte Empfindung in die einfachen Empfindungen, aus denen sie besteht, aufzulösen, nämlich dass wir von diesen Empfindungen in ihrer Reinheit, d. h. befreit von den übrigen Empfindungen, mit denen sie gewöhnlich vermischt sind, einige Erfahrung besitzen.«

Henle[1]) teilte offenbar diese Auffassung, als er denselben Gedankengang in seinen anthropologischen Vorträgen in folgende Worte fasste: — »Unter den gewohnten Verhältnissen denken wir nicht daran, die Geruchs- von den Geschmacksempfindungen zu trennen, weil ein zugleich schmeck- und riechbarer Stoff mit dem Geschmackssinn immer auch den Geruchssinn anregt.«

Wir beschäftigten uns im II. und III. Abschnitte beinahe ausschließlich mit Geruchseindrücken, welche ohne gleichzeitige Geschmackswahrnehmungen entstehen. Solche mit gleichzeitiger Erregung des Geschmackes sind jedoch für eine allgemeine Physiologie des Geruchssinns nicht minder wichtig und wir wollen daher, bevor wir weiter gehen, im nächstfolgenden eine gewisse Ergänzung geben, indem wir den Vorgang besprechen, welchen man das »gustatorische« Riechen nennen kann.

Während ein Bissen in der Mundhöhle verweilt, darin gekaut und mit Speichel vermengt wird, dringt der Geruch des Nahrungsmittels in den Pharynx. Beiderseits des Zäpfchens am weichen Gaumen aufsteigend, gerät der Duft in die Nähe der Choanen. Schließlich nimmt die Ausatmung die Riechteilchen mit. In diesem Augenblicke erst verspürt man deutlich das Aroma. Vorher während des Kauens bestand davon nur eine äußerst schwache unbestimmte Empfindung.

Der Exspirationsstrom treibt den Geruch weiter nach vorne, und wie wir früher sahen, in einer bogenförmigen Bahn. Die Diffusion schließlich bringt die riechenden Moleküle zu den Riechzellen, wo sie durch Berührung mit den Riechhärchen den sinnlichen Eindruck erzeugen. Vielleicht dass beim Menschen auch die breite gebogene Fläche der mittleren Nasenmuschel, welche im rhinoskopischen Bilde so deutlich zur Ansicht kommt, den Luftstrom teilweise unmittelbar in die Riechspalte leitet, wodurch daher die schwache Geruchswahrnehmung während des Kauens erklärt werden kann.

Beim Trinken kommt ein ähnlicher Mechanismus zu Stande. Während des Schluckens ist das Cavum pharyngo-nasale abgeschlossen, daher ist es in diesem Augenblicke durchaus unmöglich, das Getränk zu riechen. Unmittelbar nachher jedoch bildet die ganze Pharynxschleimhaut eine breite Verdampfungsfläche. Der Geruch der in diesem Augenblicke die Schleimhaut befeuchtenden Flüssigkeit wird in unmittelbarster Weise in

1) J. Henle, Anthropologische Vorträge. Heft 2. S. 16.

größter Concentration durch die Ausatmung mitgeführt. In Verbindung hiermit ist eine Ausatmung das erste, was man nach einer Schlingbewegung macht. Und erst in diesem Augenblicke, nicht solange der Trunk im Munde verweilt, spürt man das Aroma, das Bouquet, den Geruch eines Getränkes [1]).

Der Mechanismus des gustatorischen Riechens schließt sich also unmittelbar an jenen des auswendigen Riechens, d. i. des directen oder gewöhnlichen Nasenriechens an. Die Ausatmung ist beim gustatorischen Riechen, wie das Einatmen beim Nasenriechen, die hauptsächlichste Triebkraft.

Wenn wir absehen vom Aufsteigen des Geruches aus der Mundhöhle nach dem Pharynx während des Kauens, und von dem in der Anmerkung erörterten Moment, so ist sie sogar die einzige Bewegungskraft. Da nun die Ausatmungsströmung durch die Nasenhöhle der Einatmungsströmung sehr ähnlich sein muss, wiederholen sich hier die im II. Abschnitte erwähnten Bedingungen.

---

1) Oder sollte vielleicht auch die geringe, über dem weichen Gaumen beim Schlucken entstehende Luftverdünnung dabei betheiligt sein? Dies scheint mir keineswegs unwahrscheinlich. Man kann diese Luftverdünnung deutlich an sich selbst beobachten, wenn man bei geschlossenem Munde und geschlossener Nase ein wenig Speichel aufschluckt. Es wird dann eine Spannung in den Ohren entstehen. Toynbee (the diseases of the ear. London 1868. S. 95), welcher diese Erscheinung zuerst beobachtete, nahm an, diese Spannung entstehe dadurch, dass man während des Schluckens ein wenig Luft in die Ohren presst. Er kam auf diese Vermutung, da das Trommelfell sich während des Versuches, wie er meinte, nach außen bewegte. Anfangs der Schluckbewegung findet zwar eine Luftverdichtung in der Trommelhöhle statt, dieselbe ist jedoch nur von kurzer Dauer und wird von einer viel bedeutenderen Luftverdünnung gefolgt. Diese Beobachtung Politzer's wurde von Frank B. Eaton (Zeitschr. f. Ohrenheilkunde. Bd. 17. 1887. S. 63) bei Gelegenheit von Versuchen an Ohren mit weiter Perforationsöffnung bestätigt. Dasselbe findet auch statt, wenn man bei offner Nase schluckt, wie Politzer an Trommelfellen constatieren konnte, an welchen durch frühere pathologische Processe sehr dünne, bewegliche Stellen vorkamen. Was für die Trommelhöhle gilt, muss auch in höherem oder geringerem Maße für das Cavum pharyngo-nasale und dessen Ausbuchtungen der Fall sein. In dem großen Raume, der in offener Verbindung mit der äußeren Luft steht, wird von einer Luftverdünnung gewöhnlich nur wenig zu bemerken sein. In den Nebenhöhlen und in den blinden Buchten der Nase jedoch wird sie unzweifelhaft den Druckschwankungen in der Trommelhöhle gleichkommen. Unmittelbar nach Aufhören der Schluckbewegung compensiert sich der Unterschied wieder. Während sich auf diese Weise das Gleichgewicht zwischen der äußeren Luft und jener in der Trommelhöhle herstellt, strömt ein wenig Luft aus dem Pharynx nach den Keilbeinhöhlen und dem Siebbein-Labyrinth, sowie nach den blinden Buchten der Nase. Dieses Zurücksaugen unmittelbar nach dem Schlucken wird wahrscheinlich für das gustatorische Riechen nicht ohne Bedeutung sein. Diese Erscheinung tritt jedoch gegenüber der schnell darauf folgenden Ausatmung ganz in den Hintergrund.

Nur sei noch Eines erwähnt. Bei Betrachtung der anatomischen Verhältnisse beim Menschen und bei den Tieren ergiebt sich, dass bei ersterem die Bedingungen für das gustatorische Riechen eben so günstig, als sie bei den Tieren ungünstig sind. Es scheint also, dass beim Menschen die gustatorische Function des Geruchssinnes besonders in den Vordergrund trete, während sie bei den Tieren fast als rudimentär bezeichnet werden muss. Oder sollen wir an die Möglichkeit denken, dass das Jacobsohn'sche Organ mit seiner Choanarrinne bei den Tieren für das gustatorische Riechen diene?

# VI. Die Olfactometrie.

Überall wo Maß und Zahl mitreden, gewinnt unsere Beobachtung an Schärfe, unser Urteil an Bestimmtheit. Darum haben wir es in der Olfactologie als einen Fortschritt zu begrüßen, dass von so vielen Seiten eine Messung der Schärfe des Geruchssinnes angestrebt wird. Ich werde mir daher erlauben, hier die verschiedenen zu diesem Zwecke vorgeschlagenen Methoden in chronologischer Folge mitzuteilen und schließlich meine eigene olfactometrische Methode einigermaßen ausführlicher zu beschreiben.

Sämtliche olfactometrische Methoden früherer und neuester Zeit bezwecken die Bestimmung der »Reizschwelle«, welche man dann als Maß der Geruchsschärfe betrachtet. Der zu diesem Zwecke einzuschlagende Weg ist jedoch verschiedenartig. Theoretisch handelt es sich vor allem zu ermitteln, mit wie vielen Teilen Luft man ein bestimmtes Riechgas zu verdünnen hat zur Erzielung einer kaum merkbaren Empfindung. Ein solches Verfahren wurde von Valentin in seinem »Grundriss der Physiologie« S. 515 angegeben:

»Mischt man ein Volumen eines Riechstoffes mit z. B. hundert Volumina Luft, nimmt hiervon ein Volumen, um es mit neuen hundert Volumina Atmosphäre zu mengen, und schreitet auf diese Art fort, so erhält man natürlich zuletzt eine Gasmasse, die nur ein bekanntes Minimum des gegebenen Riechstoffes einschließt. Man kann Flüssigkeiten, in denen Riechkörper aufgelöst sind, in ähnlicher Weise immer mehr homöopathisch verdünnen. Man hat auf diese Art ein Mittel, die Grenzwerte, welche das Geruchsorgan wahrnimmt, annähernd bestimmen zu können.«

»Ein Luftraum, der den 200000. Teil an Bromdampf einschloss, bot mir einen unangenehmen Geruch im ersten Augenblicke dar. Es bedarf wahrscheinlich weniger als $^1/_{600}$ Milligramm Brom, um die eigentümliche

Geruchsempfindung hervorzurufen. Phosphorwasserstoffgas, das nur $^{1}/_{55000}$ des Ganzen dem Volumen nach betrug, lieferte noch einen deutlichen Knoblauchgestank. Schwefelwasserstoffgas scheint 1 oder 2 Millionteile herunter zu gehen.«

Der Leser wird aus diesem Citate entnehmen, dass, wie zweckmäßig die Art der Verdünnung auch sein möge, nichts desto weniger ein Versuchsfehler sich notwendig einschleichen muss. Die Wände der Gefäße, worin die Gase vermischt und das Gemenge aufbewahrt wurden, halten durch Adhäsion stets eine bestimmte Menge Riechstoff fest. Wir erinnern uns aus dem zweiten Abschnitte, dass, was auf diese Weise haften bleibt, keineswegs als gering betrachtet werden darf. In einer Reihe auf einanderfolgender Verdünnungen wird also ein relativ bedeutender Verlust zu Stande gekommen sein, und der Wert, welchen man schließlich als Reizschwelle annehmen zu müssen glaubt, wird factisch sich als zu groß ergeben, d. h. wäre der Versuchsfehler vermieden worden, so würde man eine noch größere Verdünnung riechbar gefunden haben. Valentin hat später auch aus dieser oder anderen Ursachen einmal einer anderen Methode sich bedient. So berichtet er z. B. einige Zeilen weiter, dass, wenn fünf Milligramm Nelkenöl in einen 55—56 l Luft haltenden Ballon getropft wurden, diese Luft nach Gewürznelken roch. Änliche Versuche findet man in der 2. Auflage des Lehrbuches für mehrere Riechstoffe angeführt. Hier wurden also die allmählichen Verdünnungen vermieden, was unzweifelhaft ein großer Vorteil war. Zugleich wurde einem anderen Nachteil vorgebeugt, nämlich die vorübergehende Abstumpfung des Geruchssinns des Versuchsanstellers und die starke Adhäsion von dergleichen Riechdämpfen an die Gegenstände im Laboratorium, welche die Anwendung von concentrierten Riechstoffen immer nach sich zieht. Noch in anderer Weise umging Valentin die durch allmähliche Verdunstung verursachten Fehler. Er tropfte Moschustinctur in eine große Menge Wasser und fand, dass vermutlich noch $^{1}/_{2000000}$ Teil eines Milligramms »spurweise« wahrgenommen werden konnte.

Merkwürdig ist es, dass in diesen ältesten Messungen Valentin's bereits alle später angewendeten Methoden zurückzufinden sind, wenigstens in soweit, als man dasselbe als unmittelbare Methode zur Bestimmung der Reizschwelle betrachten kann. Unter der Bezeichnung »Reizschwelle« verstehe ich denn die Bestimmung der größten Verdünnung, in welcher ein Riechstoff noch riechbar ist. Wenn man das mit einem einzelnen Atemzuge respirierte Luftquantum in Erwägung zieht, so wird man im Stande sein, daraus die kleinste noch riechbare Menge eines mit der Atmung aufgenommenen Stoffes in Milligrammen oder Volumseinheiten zu berechnen.

Wegen der Schwierigkeiten, mit welchen die unmittelbare Bestimmung

der Reizschwelle verbunden ist, zumal bei Messungen, welche öfters wiederholt und in kurzer Zeit vollendet werden müssen, hatte bereits Fröhlich in Brücke's Laboratorium kurz nach Valentin eine indirecte Methode gewählt. Dabei wird auf den absoluten Charakter des Endresultates verzichtet. Man kommt zu einem Ergebnisse, das wohl in Vergleichung mit anderen Resultaten die Beurteilung der Geruchsschärfe ermöglicht, allein an und für sich nicht zur Kenntnis der kleinsten noch riechbaren Menge eines Stoffes führt. In dieser Hinsicht stehen alle indirecten Bestimmungsmethoden dem von Valentin in die Physiologie des Geruches eingeführten Verfahren nach. Dieser Übelstand ist aber nicht groß, denn man darf sich über die Genauigkeit der letzteren keineswegs übertriebene Vorstellungen machen. Selbst wenn die physiologischen Bedingungen des Versuchs so vollkommen wie möglich sind und alle Fehlerquellen vermieden werden, so kann man streng genommen nichts weiter erlangen als die Bestimmung der größten Verdünnung des Riechstoffes, welche noch einen Geruchseindruck auszulösen vermag. Geht man weiter und sucht man die Reizschwelle in Milligrammen auszudrücken, so kommt man zu höchst ungenauen Schätzungen. Es wäre vielleicht noch möglich, den Umfang einer Atmung bei angestrengtem Riechen zu bestimmen, aber die genaue Ermittlung des Bruchteiles der eingeatmeten, mit den Riechzellen in Berührung gekommenen Menge des Riechgases erwies sich bislang noch als eine Unmöglichkeit. Welchen Gewinn hat man daher von einer Angabe, wie z. B. dass $^1/_{600}$ Milligramm Brom, oder $^1/_{50}$ Milligramm Phosphorwasserstoff das Minimum Perceptible seien? Unter solchen Verhältnissen darf man den Wert der indirecten olfactometrischen Methoden nicht zu gering veranschlagen, um so weniger als es in den meisten Fällen noch möglich scheint, auf Umwegen von den mittels der indirecten Methode gefundenen Resultaten zur Kenntnis der größten Verdünnung zu gelangen, in welcher die als Versuchsobject benutzten Stoffe noch riechbar sind.

R. Fröhlich[1]) mischte eine Anzahl von ätherischen Ölen, Harzen, Gewürzen, Kräutern, Vanille, Moschus u. s. w. mit einer bestimmten Menge Stärkemehl derartig, dass, wie verschieden auch der Geruch sein mochte, die Intensität ungefähr dieselbe war. Diese Riechstoffe von gleicher Intensität wurden dann »in kleinen Probefläschchen wohl verschlossen gehalten. Behufs der Prüfung des Geruchsorganes wurden dieselben dem Experimentator, nachdem dieser die Augen vorher geschlossen hatte, vorgehalten, von größeren allmählich zu kleineren Distanzen übergehend, wobei dann sowohl die Entfernung, als auch die

1) Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserl. Academie der Wissenschaften. Bd. VI. 1851.

Zeit, welche derselbe zur Fällung eines Urteils dabei bedurfte, berücksichtigt wurde.« Im Original heißt es dann später: »Wir nahmen die Versuche mit der größtmöglichsten Genauigkeit vor, indem wir dabei jeden Luftstrom, welcher zur Verbreitung der Gerüche in der Atmosphäre beitragen konnte, sorgfältig vermieden; wiederholt maßen wir die Entfernungen, in welchen gewisse Riechstoffe noch erkannt werden konnten, an einem Lineale ab, mit der Vorsicht, dass wir das dieselben enthaltende Fläschchen erst dann vorsichtig öffneten, wenn es sich am Lineale in der Richtung der Nasenöffnung befand, in welcher Richtung dann das Fläschchen nicht allzu langsam, um nicht durch zu langes Offenhalten die Gerüche in der Atmosphäre zu verbreiten, gegen die Nase zugeführt werde. So roch ich in einer Entfernung von 140 mm noch deutlich Nelkenöl; Lichtenfels roch Nelkenöl in einer Entfernung von 105 mm; Lavendelöl roch ich auf 160 mm, Lichtenfels auf 120. Es sind diese Zahlen die Resultate wiederholt angestellter Versuche. Die Fehlergröße beträgt im Maximum 40 mm«[1]).

Die Fröhlich'sche Methode stützt sich offenbar auf folgende physikalische Betrachtung: Es bildet sich um das Fläschchen mit dem Gemenge von Nelkenöl und Stärkemehl eine Duftwolke, deren Dichtheit nach den Diffusionsgesetzen vom Fläschchen aus nach der Peripherie zunimmt. Sobald die Nase der Versuchsperson in eine Schichte dieser Wolke gerät, deren Dichtheit der Reizschwelle jener entspricht, wird sie zum ersten Male den Geruch zu erkennen vermögen. Nun wird in Wirklichkeit statt der Nase der Versuchsperson das Fläschchen selbst dieser genähert, wodurch jedoch die Bedingungen kaum verändert werden, weil bei so langsam diffundierenden Ölen wie jene (Nelkenöl, Lavendelöl), mit welchen Fröhlich vorzugsweise seine Versuche anstellte, man sich die Duftwolke gleichsam als durch das Fläschchen mitgenommen vorstellen kann. Diese Methode ist unzweifelhaft geistreich ausgedacht, schade jedoch dass ihr stets etwas unberechenbar Wechselndes anhaften wird. Überdies ist es klar, dass die mit einem und demselben Riechstoffe gewonnenen Resultate wohl gegenseitig vergleichbar sind, dagegen aber keine Vergleichung mit den mittels anderer Riechstoffe erzielten Ergebnissen gestatten; die Diffusionsgeschwindigkeiten der verschiedenen Riechgase gehen doch zu weit auseinander[2]). Auch kann man aus der ungefähr gleichen Intensität, welche Fröhlich's Probefläschchen zeigten, nicht auf die Gleichheit der Dampfdichtheit des Riechgases in der Mündung der Fläschchen schließen. Man weiß im Gegenteile ganz gewiss, dass diese ursprüngliche Dichtheit äußerst verschieden sein muss, da der eine Stoff

1) l. c. S. 326 u. 334.

2) Vergleiche den II. Abschnitt.

in dieser, der andere in jener Concentration zum ersten Male riechbar wird.

Die Physiologie des Geruches war während langer Zeit angewiesen sich mit Valentin's unmittelbaren, und mit Fröhlich's indirecten Messungen zu begnügen. Erst fünfunddreißig Jahre später versuchte E. Aronsohn eine neue indirecte Methode. Dieser Forscher ließ, wie wir im IV. Abschnitte erwähnten, eine auf Körpertemperatur erwärmte »Chlornatriumlösung« in vornüber gebeugter Stellung aus einer Höhe von ungefähr $1/2$ m durch eine »Eichel in die Nase fließen«. Wenn er nun dieser Flüssigkeit eine ganz geringe Menge beliebigen Riechstoffes zufügte, so wurde eine deutliche Geruchswahrnehmung empfunden. Bei allmählicher Verminderung der zugesetzten Menge des Parfums näherte man sich mehr und mehr der Reizschwelle. Aronsohn gelangte auf diese Weise zur Bestimmung der Geruchsschärfe seiner Versuchsobjecte. Er war der Ansicht, dass die Wahrnehmung in diesen Versuchen durch die Einwirkung des aufgelösten Riechstoffes auf die Sinnesschleimhaut hervorgerufen werde. Ich habe bereis früher erörtert, dass dies noch keineswegs erwiesen ist, und halte es vielmehr für wahrscheinlich, dass stets ein Luftbläschen in der Riechspalte zurückbleibt, und daselbst ein wenig von dem Riechstoffe in der Luft verflüchtigt wird[1]. Ist dies der Fall, so wird die Berührung des gasförmigen Riechstoffes mit den Riechzellen in der gewöhnlichen Weise ermöglicht. Wenn unsere Ansicht richtig ist, so muss die von Aronsohn gefundene Reizschwelle eine Function der wahren Reizschwelle sein. Das Verhältnis dieser beiden Werte wird jedoch ein ziemlich zusammengesetztes, und in hohem Maße von der dem Riechstoffe zur Verdunstung aus der Auflösung in der Luftblase gegebenen Zeit abhängig sein. Bei Anwendung der Nasendouche wird man daher genau die Zeit beachten müssen, welche vom Beginne des Hineinfließens bis zum Augenblicke der Geruchswahrnehmung abläuft, ein Factor, den Aronsohn nicht berücksichtigt hat, was von seinem Standpunkte aus auch natürlich ist. Solche Zeitmessungen würden übrigens nur chronographisch ausführbar sein und den Versuch in ziemlich beträchtlicher Weise verwickeln.

Wiewohl Aronsohn's Verfahren eine vollkommen berechtigte Methode für die Geruchsmessung ist und sogar den Vorteil bietet, dass sie uns unabhängig von der Atmung macht, so dürften seine numerischen Resultate vorläufig nur wenig dienlich sein. Wir kennen nicht die Größe der in der Riechspalte zurückbleibenden Luftbläschen, deren Schätzung nur möglich sein wird, wenn bei jedem Versuche die Kopfhaltung genau ange-

1) Dieser Zweifel wurde auch in Hermann's Jahresbericht hervorgehoben.

geben wäre, was in der allgemeinen Beschreibung nicht geschehen und ebensowenig bei jedem besonderen Versuch. Überdies bleibt es ungewiss, ob stets hinreichende Zeit zur Verdunstung gestattet wurde, und endlich ob die Flüssigkeit in der Nähe des Luftbläschens wohl an der allgemeinen Strömung beteiligt gewesen. Denn sobald die Nasenhöhle mit der Salzlösung gefüllt ist, werden offenbar ähnliche Verhältnisse eintreten, wie in Paulsen's, meinen und Frank's Versuchen für die Luftströmungen in den Nasenhöhlen. Tote Räume, in welchen fast Stillstand stattfindet, dürften in den mit Flüssigkeit gefüllten Nasenhöhlen gleichfalls nicht fehlen, und solche tote Räume können wir gerade in der Regio olfactoria voraussetzen. Die hierhin geflossene Flüssigkeit wird daher nicht erneuert und der Riechstoff, welcher verdampft, nur äußerst langsam durch Diffusion ersetzt.

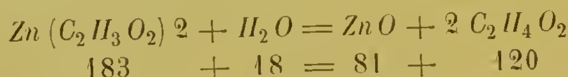
Es wird nicht befremden, dass nach den von Fröhlich und Aronsohn angewendeten indirecten Messungen der Geruchsschärfe das allgemeine Bedürfnis einer genaueren Bestimmung sich fühlbar machte, welchem bald, zuerst von Fischer und Penzoldt, und später von H. C. Dibbits Rechnung getragen wurde.

Fischer und Penzoldt nahmen die directe Messung wieder auf, wie Valentin sie ursprünglich angestrebt hatte. Sie vermieden jedoch die allmählichen Verdünnungen und gewannen hierdurch eine bisher unerreichte Genauigkeit. Sie untersuchten, wie viel Mercaptan und wie viel Chlorphenol in der Luft des ganzen Laboratoriumsaales verteilt werden müsse, um bei einem von außen Eintretenden einen wahrnehmbaren Geruchseindruck hervorzurufen. Es zeigte sich, dass eine äußerst geringe Menge genügt, 0,01 mg Mercaptan, gleichmäßig in 230 cbm Luft des abgeschlossenen Raumes verteilt, gab wohl eine schwache, aber doch deutliche Geruchsempfindung. Pro Liter Luft müssen daher nur $^1/_{23000000}$ mg vorhanden gewesen sein, ein in der That sehr überraschendes Ergebnis. Für Chlorphenol fand man als geringste noch wahrnehmbare Menge beiläufig 1 mg in 230 cbm verteilt, also $^1/_{230000}$ per Liter Luft. Die Wände des Versuchssaales waren vollkommen glatt, der Boden aus Steinfließen. Es war durch Fächerbewegung für die gleichmäßige Verteilung der Luft über den ganzen Saal gesorgt. Der einzige eingeschlichene Fehler bestand darin, dass man das Mercaptan in alkoholischer Lösung mittels eines feinen Spray verstäubte. Obwohl dieses Verfahren äußerst praktisch ist, um in kurzer Zeit (10 Minuten) die ganze Menge zu verdampfen, so ist die Anwendung von Alkohol doch keineswegs zu empfehlen, denn dadurch wird eine Compensation des Geruchs des Mercaptans und desjenigen des Alkohols bewirkt, welchen ein Teil des ersteren verdeckt haben kann. Der von Fischer und Penzoldt gefundene Wert ist also wahrscheinlich noch viel zu groß. Das wirkliche minimum perceptible

für ein normales Geruchsorgan liegt vermutlich noch unter $^1/_{23000000}$ mg Mercaptan per Liter.

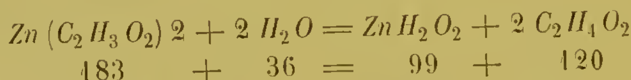
H. C. Dibbits[1]) bediente sich der Eigenschaft des Zinkacetates, durch Wasser teilweise in ein unlösliches basisches Salz und freie Essigsäure zersetzt zu werden, was bereits bei gewöhnlicher Stubentemperatur vor sich geht, solange noch Krystallwasser vorhanden ist. Sobald jedoch das Salz ganz wasserfrei geworden, so hört auch dies Entweichen der Essigsäure auf. Dies ist noch der Fall bei Temperaturerhöhung z. B. bis auf 80° C. Lässt man unter diesen Verhältnissen trockene Luft über das wasserfreie Salz streichen, so erleidet dieses keinen Gewichtsverlust, und Lackmuspapier wird sich nicht in der darüber ziehenden Luft verfärben. Setzt man jedoch der Luft eine kleine Menge Wasserdampfes zu, so wird die Zersetzung sofort beginnen, das Salz an Gewicht verlieren und Lackmuspapier sich röten.

H. C. Dibbits leitete im Verlauf von 16 Stunden 60 l feuchter Luft über das Salz, während welcher Zeit ein Gewichtsverlust von 16,8 mg sich ergab. Wasseraufnahme hatte bei 80° nicht stattgefunden, denn als dann wieder trockene Luft mit dem Salze in Berührung gebracht wurde, blieb das Gewicht unverändert. Der anfängliche Gewichtsverlust muss also auf Rechnung der freigewordenen Essigsäure gesetzt werden. Dieser Gewichtsverlust giebt jedoch nicht unmittelbar das Gewicht der verdunsteten Essigsäure an. Die Zersetzung des Salzes durch den Wasserdampf kann nach einer dieser beiden Gleichungen stattfinden:



$$Zn\,(C_2H_3O_2)\,2 + H_2O = ZnO + 2\,C_2H_4O_2$$
$$183 \quad + \quad 18 = 81 + \quad 120$$

oder:



$$Zn\,(C_2H_3O_2)\,2 + 2\,H_2O = ZnH_2O_2 + 2\,C_2H_4O_2$$
$$183 \quad + \quad 36 = \quad 99 \quad + \quad 120$$

Letztere Gleichung ist die wahrscheinlichste. Nach dieser stimmen 84 Teile Gewichtsverlust (183—99) mit 120 Teilen Essigsäure überein, also 16,8 mg Gewichtsverlust mit 24 Teilen Essigsäure. Es waren daher von letzterer 24 mg in 60 l verteilt gewesen. Nun fand Dibbits den Essigsäuregeruch in der entweichenden Luft noch deutlich wahrnehmbar; er kommt daher zum Schlusse, dass Essigsäure in einer Verdünnung von 0,40 mg per Liter jedenfalls über der Reizschwelle der Geruchsschärfe liege.

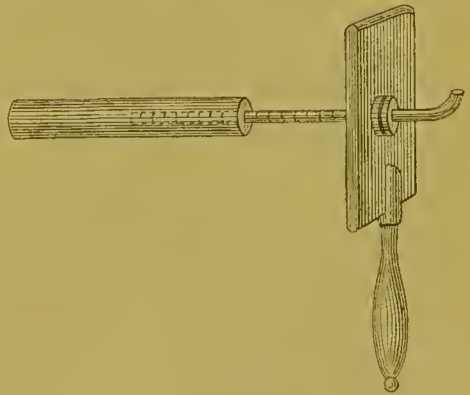
Zu derselben Zeit, als Dibbits seine Versuche anstellte, war ich selbst bestrebt, eine für physiologische Untersuchungen brauchbare olfactometrische Methode zu finden. Gerade mit Rücksicht auf die praktische Verwendbarkeit war ich veranlasst, eine indirecte Methode zu wählen.

1) H. C. Dibbits, Festschrift zu Donders' Jubiläum. 1888. S. 497.

denn, wie gesagt, directe Bestimmungen können der Art der Sache nach nicht so schnell und leicht vor sich gehen, um bei Untersuchungen über die Ermüdung des Geruchssinnes u. s. w. verwertet werden zu können. Andererseits sollten meine indirecten Messungen genügende Genauigkeit besitzen, damit eine zeitweilige Vergleichung derselben mit den directen Bestimmungen der Mühe lohnen könne.

Wenn man die Luft vor dem Einatmen durch ein Rohr ziehen lässt, dessen Innenwände mit einem Riechstoffe bedeckt sind, so wird man einen deutlichen Geruch wahrnehmen. Der Geruch wird sich schwächer oder stärker kundgeben je nach der Art des angewendeten Stoffes, und weiter wird die Intensität je nach der Länge oder Kürze des gewählten Rohres wechseln. Wenn man sich also in einer Reihe von Versuchen desselben Riechstoffes bedient, wird man Gelegenheit haben, durch willkürliche Verlängerung oder Verkürzung des Rohres stärkere oder schwächere Gerüche zu erzeugen, deren verhältnismäßige Stärke man außerdem aus der Länge des Rohres genau kennt. Dieser Kunstgriff bringt von selbst die Lösung unseres Problems und man erhält einen Apparat, für welchen ich den Namen »Riechmesser«[1]) oder »Olfactometer[2])« vorschlage (Fig. 12).

Fig. 12.



Olfactometer.

Ein solcher Riechmesser kann höchst einfach hergestellt werden. Dessen wesentliche Bestandteile sind ein den Riechstoff enthaltender Cylinder, und ein Rohr, durch welches man riecht. Der Cylinder wird vollständig oder nur zum Teil, je nachdem es der Versuch erheischt, über das Rohr geschoben. Von dem Riechrohre bleibt ein Ende frei, welches umgebogen ist und in das Nasenloch eingeführt wird. Die von mir benutzten Röhren sind nicht so dick, dass sie die Nasenöffnung vollkommen füllen; ich trage Sorge, sie nur in die vordere Hälfte derselben einzuführen mit Rücksicht auf den bereits oft erwähnten Fick'schen Versuch, aus welchem hervorgeht, dass man nur mit der vorderen Hälfte riecht. Das Riechrohr mit aufgeschobenem Riechstoffcylinder ist in einem kleinen als Handhabe dienenden hölzernen Schirm befestigt, welcher zugleich den Riechstoff

---

1) Olfactus. Plinius Lib. X. Cap. LXX.

2) Zuerst beschrieben im »Feestbundel Donders' Jubileum«. 1888. S. 187, in demselben Jahre veröffentlicht in »Berliner klin. Wochenschrift« Nr. 47 und im folgenden Jahre in »The Lancet« June 29. 1889. p. 1300.

von dem anderen Nasenloche, mit dem man nicht riechen will, abschließt. Rohr und Schirm können auseinander genommen werden, um sie zu reinigen oder in der Tasche mit zu führen.

Man muss, um vergleichbare Resultate zu erzielen, den genannten Bestandteilen des Apparates bestimmte Dimensionen geben. Meine Cylinder sind immer 10 cm lang und 8 mm im Lichten, und haben eine gläserne Außenhülse (m. a. W. sie stecken in einem weiteren Glasrohr), um zu verhindern, dass der Geruch auf andere Weise als durch das Riechrohr zur Nase dringt. Das Riechrohr hat 5 mm im Lichten, während seine Wandung 1—1,5 mm dick ist und das Ganze daher genau in den Riechstoffcylinder passt.

Bei Beachtung dieser Vorschriften befindet sich die Riechquelle immer in demselben Abstand vom Sinnesorgane. Auch die Art und Weise, auf welche der Geruch mit der Atmungsluft mitgeführt wird, ist stets constant: Es wechselt nur die Schnelligkeit des Luftstromes innerhalb bestimmter Grenzen. Dies ist der einzige veränderliche Factor und die Schwankungen sind, wie ich sogleich zeigen werde, so unbedeutend, dass man sie bei gegenseitiger Vergleichung der Ergebnisse nicht in Rechnung zu bringen braucht. Dabei werden wir prüfen, welche Folgen eine verschiedene Weise des Atmens für die vom Olfactometer hervorgebrachten Reize haben kann.

Man wird je nachdem in ein und derselben Zeit viel oder wenig Luft durch den Apparat einatmen können. Sind nun die Mengen des von der Innenwand des Cylinders freigewordenen Riechstoffes ganz dieselben, so werden sie im ersteren Falle in einem großen Luftquantum verteilt, im anderen Falle in einem beschränkten Luftvolum zusammengedrängt sein. Nun bringt es der eigenartige Bau des Geruchsorgans mit sich, dass nur ein kleiner Teil der Einatmungsluft in die Nähe der Sinneselemente geraten kann; daher kommt nicht aller hineingeleiteter Riechstoff zur Wahrnehmung. Dies ist allein der Fall mit einem constanten Bruchteil, welcher den Rand der Riechspalte bestreicht. Hiervon dringt ein Teil durch Diffusion in die enge Spalte und löst eine Empfindung aus. Dicht mit Geruch geschwängerte Luft wird deshalb als ein stärkerer Reiz auf das Sinnesorgan wirken als ein in viel Luft verteiltes Riechgas, das ursprünglich in ebenso großer Menge in die Nasenhöhle einströmte. Die Bedingungen für das Riechen sind demnach am günstigsten, wenn der aus dem Olfactometer entnommene Riechstoff in so wenig als möglich Atmungsluft verteilt wird. Dies ist nun der Fall, wenn man möglichst langsam aspiriert. Die absolute Dauer jeder Atmung wird dabei natürlich gleichgültig sein, da wir nur mit dem jedesmal die Nasenhöhle aufs neue füllenden Riechgas, nicht aber mit der ganzen Menge des schließlich in den Lungen angesammelten Riechstoffes zu rechnen haben.

Man wählt daher bei oberwähnten Versuchen stets eine minimale Stromgeschwindigkeit.

Auch hierin soll Maß gehalten werden. Das Atmen soll der Luftbewegung eine gewisse minimale Geschwindigkeit verleihen, damit sie bogenförmig längs der Nasenscheidewand ströme, wie es für das Riechen erforderlich ist. Denn wenn die eingeatmete Luft über den Boden der Nasenhöhle nach den Choanen streicht, bleibt sie in zu großer Entfernung von dem eigentlichen Sinnesorgan, um durch Diffusion zu diesem dringen zu können. Dadurch wird eine gewisse Grenze gesetzt für die Verzögerung der Einatmung beim Riechen. Wenn man Jemanden zum ersten Male das Olfactometer zu einem Riechversuche benutzen lässt, wird man gewöhnlich ihn öfter aspirieren sehen, ehe er sich über die Empfindung äußert. Vor allem wird dies der Fall sein, wenn der Apparat derartig eingestellt ist, dass er einen schwachen, eben noch wahrnehmbaren Geruch hervorbringt. Der Experimentator bestimmt durch diese vorläufige Untersuchung, auf welche Weise wohl zu aspirieren sei, um mit möglichst wenigem Riechstoffe die deutlichste Wahrnehmung zu erzielen, und wird diese bald, fast unbewusst finden. Das gleiche Verfahren wird dann bei späteren Versuchen beibehalten, und nötigenfalls zurückgesucht.

Ich benutze seit 1889 als olfactometrische Cylinder poröse Röhren, welche die Firma 't Hooft und Labouchère in Delft aus den gewöhnlichen Bestandteilen des Porzellans ihrer weltberühmten Fabrik[1]) für mich verfertigte. Es ist eine poröse, an und für sich fast geruchlose gebrannte Kaolinmasse. Der unbedeutende noch merkbare Erdgeruch verschwindet ganz und gar, wenn man die Cylinder einige Tage in von Zeit zu Zeit erneuertem Wasser liegen lässt. Die Cylinder werden an beiden Enden glatt abgeschnitten und an diesen Stellen auch glasiert, die Innen- und Außenfläche bleiben jedoch in ihrem ursprünglichen Zustand, d. h. weiß, porös und für Flüssigkeiten leicht durchdringbar. Solche Cylinder functionieren bei physiologischen Geruchsmessungen als olfactometrische Cylinder. Wir tauchen sie vor dem Versuche in eine Stöpselflasche oder ein weites Reagensglas, welche mit der riechenden Flüssigkeit, womit experimentiert werden soll, gefüllt sind. Man kann z. B. eine Lösung von Baldriansäure wählen. Der Gehalt an riechendem Bestandteil wird vorher genau bestimmt, im Falle von Baldriansäure sehr zweckmäßig durch Acidimetrie. Die porösen Cylinder verbleiben in einer solchen Stöpselflasche mehrere Stunden, bis man annehmen kann, dass die Flüssigkeit die Poren des Porzellans vollständig angefüllt hat, wenigstens

1) Dieser Firma und deren damaligem Ingenieur Herrn Grundel schulde ich dafür großen Dank.

dass dies in den der Innen- und Außenwand zunächst gelegenen Schichten stattgefunden habe. Sie werden dann aus der riechenden Flüssigkeit genommen, außen abgetrocknet und flüchtig durchgeblasen, um die abtropfende Flüssigkeit zu entfernen, und schließlich dem Olfactometer angefügt. Die Bestimmung der Geruchsschärfe bietet dann keinerlei Schwierigkeit und man ist vollkommen sicher, wenn man sich derselben Cylinder mit der gleichen Concentration der diese durchtränkenden Flüssigkeit bedient, stets dieselbe Wertziffer für die dem minimum perceptibile entsprechende Cylinderlänge zu erhalten. Das beabsichtigte minimum perceptibile ist dann in rein physischen, genau messbaren Größen ausgedrückt.

Diese Größen sind:

1) die Länge, bis zu welcher der olfactometrische Cylinder herausgeschoben wird;

2) die Concentration der als Geruchsquelle angewendeten Lösung.

Alle übrigen Umstände sind ganz constant, wie die Dimensionen des Riechrohres, die Entfernung der Geruchsquelle vom Sinnesorgane, die Dimensionen der porösen mit Riechstoff getränkten Cylinder, die Porosität der Cylinder u. s. w.

Die Anwendung von aufgelösten Riechstoffen ist für die Olfactometrie von großem Vorteile, da man damit natürlich eine unbegrenzte Verschiedenheit in die zur Riechmessung dienenden Gerüche bringen kann. Zugleich lässt sich die Intensität des Reizes leicht regulieren. Man kann mittels derselben ein Individuum in einer Sitzung die ganze Reihe der Abstufungen durchlaufen lassen, denn es ist sogar möglich, alle von der schwächsten bis zur stärksten in einem einzigen Cylinder zu vereinigen. Theoretisch genügt ein einziger Cylinder, der in concentrierte Lösung eingetaucht war. Wenn er sich in solchem Stande befindet, dass das vordere glasierte Ende mit dem des Glasrohrs in einer Ebene steht, ist die Reizintensität gleich Null, während beim vollständigen Herausschieben die Reizstärke maximal wird. Zwischen diesen beiden Extremen finden sich alle möglichen Übergänge. An einem derselben muss in jedem Falle die Reizschwelle des Patienten liegen. Nur das Bestreben, so lange man noch nicht weiß, um wie viel das Riechvermögen abgeschwächt ist, alle stark riechenden Gegenstände fern zu halten, mahnt zur Vorsicht. Auch der Genauigkeit wegen ist es erwünscht, die Reihe von Intensitätsstufen über zwei oder drei Cylinder zu verteilen, ein erster Cylinder, welcher in ganz schwache, ein zweiter, der in mittelstarke, und ein dritter, der in concentrierte Lösung des riechenden Stoffes hineingelegt wird.

Den Vorteilen gegenüber stehen jedoch allerlei Nachteile, unter welchen vor allem der Zeitverlust beim Tränken der Cylinder, deren Reinigung u. s. w. Darum ist es manchmal praktisch, statt der porösen Röhren

feste Stoffe für olfactometrische Cylinder zu verwenden. Dies kann man bewerkstelligen, wenn man einen oder den anderen Riechstoff im reinem Zustande oder mit einem Bindemittel vermengt, welches ihm die erforderliche Consistenz verleiht, in Cylinderform rollt oder gießt.

Auf diese Weise lassen sich Wachs, Tolubalsam, Benzoëharz, Juchtenleder, Fette, Seifen und riechende Holzarten u. s. w. äußerst leicht verwenden. Wenn man derlei olfactometrische Cylinder mit eingeschobenem Riechrohre aufbewahrt, werden sie jahrelang dieselbe Geruchsintensität behalten, da sie von der Luft abgeschlossen sind. Eine derartige Sammlung wird es nicht allein ermöglichen, vielerlei Gerüche jederzeit zur Hand zu haben, sondern auch deren Intensität regulieren zu können. Hat man einmal mit einem olfactometrischen Cylinder Versuche angestellt, so kennt man ungefähr die Stärke seines Geruchs und durch das Ein- und Ausschieben des Cylinders lässt man dieselbe von Null bis zu ihrer vollen Intensität variieren. Ich bediene mich daher mit großer Vorliebe bei Versuchen, in welchen die Qualität des Geruches keine entscheidende Rolle spielt, aus zwei bestimmten Stoffen verfertigter olfactometrischer Cylinder. Von diesen Stoffen hat der eine einen schwachen, der andere einen starken Geruch. Diese sind:

Vulkanisierter Kautschuk,
Ammoniacum-Guttapercha.

Der Kautschuk kommt hauptsächlich in Betracht bei Messung eines normalen oder eines nur wenig abgeschwächten Geruchssinnes. Solch ein Riechmesser ist nicht schwer herzustellen, denn für unseren Zweck genügt ein gewöhnliches Kautschukrohr, vorausgesetzt, dass man eines wählt, welches nicht bereits vorher als Gasschlauch gedient und vorausgesetzt, dass dasselbe 8 mm im Lichten hat. Der Geruch solcher Röhren ist zwar einigermaßen verschieden, je nach der Bereitungsweise des Kautschuks, dessen Schwefelgehalte, und der Aufbewahrungszeit, allein dies ist kein Hindernis. Die Qualität der Geruchswahrnehmung stimmt für alle ziemlich überein, und kleine Unterschiede der Intensität stören durchaus nicht. Muss man doch jeden neu hergestellten Apparat stets an einem normalen Geruchsorgane aichen, was man auch später bei großer Hitze oder strenger Kälte sogar für bereits geprüfte Olfactometer zu wiederholen hat. Bei den von mir selbst aus rotem Kautschuk zusammengestellten Riechmessern entspricht bei 15° C. eine Cylinderlänge von 0,7 cm dem von einer normalen Person wahrgenommenen Minimum. Andere Kautschuksorten werden ein paar Millimeter mehr oder weniger aufweisen.

Vulkanisierter Kautschuk wurde darum zur Construction eines Standard-Riechmessers gewählt, weil dieser Stoff drei unserm Zwecke sehr zu gute kommende Eigenschaften besitzt. Erstens kann man dessen

Geruch häufig und lange fortgesetzt ohne Ermüdung riechen; das Sinnesorgan wird nur verhältnismäßig wenig abgestumpft, so dass man jedesmal aufs Neue den Geruch erkennt. Dann wird der Kautschukgeruch nicht leicht durch andere Parfums verdrängt. Man kann auch in Gemächern, worin geraucht wird, noch ziemlich gut mit diesen Olfactometern arbeiten. Endlich haftet der von der Innenfläche des Cylinders freigegebene gasförmige Riechstoff nur in geringem Maße an den Wänden des gläsernen Riechrohres. Es wird daher nur selten nötig werden, den Apparat behufs der Reinigung zu zerlegen. Meistens gelingt die Entfernung der noch anhaftenden Riechteilchen durch einfaches Blasen durch das Riechrohr. Das letztere wird jedenfalls genügen, wenn es sich um die Prüfung eines einigermaßen abgestumpften Sinnesorgans handelt, bei welchem kleine Unterschiede verschwinden.

Der Geruch des vulkanisierten Kautschuks ist zu schwach, um durch ein Geruchsorgan wahrgenommen zu werden, welches bedeutend an Empfindlichkeit eingebüßt hat. Selbst die ganze Cylinderlänge meines Apparates (10 cm) erweist sich bald als ungenügend bei Rauchern, deren Geruchssinn z. B. durch einen chronischen Nasenkatarrh abgestumpft ist. In einem solchen Falle wird das Ammoniacum-Guttapercha gute Dienste leisten.

Wenn man Guttapercha und Gummi-Ammoniacum zu gleichen Teilen mengt und erwärmt, so erhält man eine Masse, die in allerlei Formen gegossen werden kann und nach Abkühlung eine sehr geeignete Consistenz gewinnt. Aus dieser Masse, dem »Kunsthorn«, werden über eingeschobene Glasröhren Cylinder von 10 cm Länge und 8 mm im Lichten geformt. Der daran bemerkbare Geruch lässt sich schwer beschreiben. Mir scheint, dass der Geruch des Ammoniacum-Guttaperchas oder Kunsthorns mit jenem des Kautschuks eine gewisse Ähnlichkeit hat, aber auch an den des Lakritzensaftes erinnert.

Das Kunsthorn riecht ziemlich stark. Sogar wenn die Einatmungsluft im Kunsthorn-Olfactometer nur über eine äußerst kleine Strecke streicht, kann man einen scharfen brenzlichen Geruch sehr deutlich wahrnehmen. Unter diesen Umständen kann die Empfindung ungefähr mit jener von einem vollkommen ausgeschobenen Kautschukcylinder verglichen werden. Diese beiden Olfactometer schließen sich quantitativ unmittelbar an einander an. Scheint der eben beschriebene aus Kautschuk zu schwach, so bietet der kunsthörnerne gerade die erforderten Grade von Riechstärke. Das Kunsthorn ist jedoch unbrauchbar zur Bestimmung der normalen Geruchsschärfe. Wie klein man auch die Cylinderoberfläche mache, immer wird der charakteristische Geruch gespürt. Für annähernde Bestimmungen aber kann auch dieser Apparat einigermaßen geeignet gemacht werden, indem man eines der Cylinderenden abschrägt. Wird

ein solcher Cylinder mit dem abgeschliffenen Ende nach vorn über das Riechrohr geschoben, so kann man auch schwache Reize erzeugen, welche an der Grenze des normalen Riechens liegen. Ich benutze jedoch für genaue Messungen immer nur das andere senkrecht abgeschnittene Ende, da sonst die Vergleichung der Resultate unter sich gestört sein würde.

Bei solchen Olfactometern sind die Geruchsstärken proportional zur Länge des ausgeschobenen Cylinderteiles. Der Beweis hierfür ist bereits in den vorangehenden Erörterungen enthalten. Haben wir doch bemerkt, dass, wenn der Apparat die gehörigen Dimensionen hat, zuerst die Riechquelle sich stets in derselben Entfernung befindet, und ferner die Luft immer auf gleiche Weise aspiriert wird. Das Einzige, was außer der Länge des Cylinderteiles einem Wechsel unterworfen sein kann, ist der Luftstrom, doch habe ich gezeigt, dass auch diese Veränderungen unbedeutend sind. Die Proportionalität zwischen den Cylinderlängen und den Geruchsstärken macht die Anwendung des Olfactometers höchst einfach. Angenommen, dass man für eine Anzahl von Personen, oder für ein und dieselbe Person unter verschiedenen Bedingungen, die Minima bestimmt hat, dann wird die Empfindlichkeit des Sinnesorganes dazu umgekehrt proportional sein. Der kleinste Wert der Cylinderlänge entspricht der größten Riechschärfe. Dies liegt bereits in der Vorstellung einbegriffen, welche man sich über die Schärfe des Sinneswerkzeuges bildet. Ein scharfer Riechsinn ist etwas anderes als ein feiner Riechsinn[1]). Bedeutet letzterer die Fähigkeit, kleine Unterschiede in der Qualität zu unterscheiden, welche, wie man sagt, Apotheker, Parfumeure, Theehändler u. s. w. durch Übung sich zu erwerben wissen, so versteht man hingegen unter Riechschärfe die Eigenschaft, bereits durch unbedeutende Intensitäten angeregt zu werden. Der Grad dieser Riechschärfe wird durch die Intensität des geringsten Reizes unmittelbar angegeben. Was wir »Messen der Riechschärfe« nennen, ist nach dem Sinne der Bedeutung, welche man allgemein mit diesem Begriffe selbst verbindet und welche ich auch im Anfange dieses Abschnittes entwickelt habe, nichts anderes, als die Bestimmung und Vergleichung der Reizschwellen. Daraus erhellt, dass das Ergebnis unserer Messungen durch einen gemeinen Bruch ausgedrückt werden kann. Nennen wir $O$ und $O'$ die gesuchten Riechschärfen, $L$ und $L'$ die gefundene Cylinderlänge, so ist, da sie verkehrt proportional sind,

$$\frac{O'}{O} = \frac{L}{L'}.$$

1) Vergl. von Vintschgau, Physiologie des Geruchs, in Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. III. 2. S. 270.

Wenn nun $O$ die normale Riechschärfe (Olfactus) bedeutet und $L$ die entsprechende Cylinderlänge, so wird, indem wir $O = 1$ annehmen,

$$O' = \frac{L}{L'}$$

sein. Die kleinste Cylinderlänge, bei welcher ein normales Sinnesorgan noch Empfindung hat, beträgt für unseren vulkanisierten Kautschuk 0,7 cm. Ein Sinnesorgan, welches durch einen pathologischen Process an Empfindlichkeit verloren und z. B. erst bei einer Cylinderlänge von 7 cm einen deutlichen Kautschukgeruch wahrnimmt, hat daher

$$O' = \frac{0,7}{7} = {}^1/_{10}$$

oder eine Riechschärfe von $^1/_{10}$.

Es ist hierbei vollkommen gleichgültig, mittels welchen Olfactometers die Bestimmung bei dem gesunden und dem kranken Geruchssinne vorgenommen wurde, wenn nur beide mit demselben Apparate gemessen wurden.

In jüngster Zeit hat Charles Henry[1]) meine Methode etwas abgeändert, wodurch sie, wie es scheint, mehr den Bedürfnissen der Parfumerien-Industrie Rechnung trägt. Er behielt das Princip der zwei übereinander verschiebbaren Cylinder bei, wodurch nach Belieben einmal eine größere, ein andermal eine kleinere Oberfläche der Luft dargeboten werden kann, brachte aber zwei Modificationen in der technischen Ausführung an. In erster Reihe wurde das einfache Riechrohr durch ein Rohr ersetzt, welches am Nasenende gabelförmig verzweigt ist. Von beiden Armen wird je einer in eines der Nasenlöcher eingeführt, sodass durch beide gleichzeitig aspiriert wird. Eine zweite wichtigere Abänderung ist die, dass die olfactometrischen Cylinder weder aus poröser gebrannter Porzellanerde, noch aus einem festen Riechstoffe hergestellt werden. Charles Henry nimmt einen Cylinder aus porösem Papier, lässt jedoch, anstatt denselben zu durchtränken, ihn mit dem Riechstoff in Gasform in Berührung kommen, welcher dann durch das Papier zu diffundieren anfängt. Er berechnet aus der Zeitdauer der stattgehabten Diffusion die Menge des in das Riechrohr aufgenommenen Riechgases und schließt daraus auf die Menge des minimum perceptibile. Dies ist das Princip der Neuerung, welche Charles Henry an meinen Olfactometern anbringen zu müssen glaubte. Ich werde die Einzelheiten der technischen Ausführung mit nahezu den eigenen Worten des Autors beschreiben[2]).

---

1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences du 9 Févr. 1891.

2) Charles Henry, Olfactomètre fondé sur la diffusion à travers les membranes flexibles. Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. 9 Févr. 1891.

Der Apparat besteht aus einem gläsernen Behälter $A$, in welchen zwei ineinander gleitende Röhren tauchen:

1) ein papiernes, unten abgeschlossenes Rohr $B$;

2) ein in Millimeter geteiltes Glasrohr $C$, das beim Gebrauch in die Nasenlöcher eingeführt wird.

Die riechende Flüssigkeit wird in den Behälter gegossen, und sobald letzterer von Duft gesättigt, wird das Ganze in ein durch einen Korkpfropfen dicht verschlossenes Cylinderglas gestellt. Die Versuchsperson hebt das Rohr $C$ mit einer gleichmäßigen Handbewegung. Der aus dem Behälter in das Glasrohr gelangte Dampf wird bei jedem Einatmen beinahe ganz aufgesaugt. Es wäre leicht, mittels eines unnachgiebigen, nur eine bestimmte Ausdehnung des Brustkorbes gestattenden Gürtels eine andauernd gleichmäßige Inspirationsintensität zu erzielen, allein diese (wie man sich durch Verdin's Pneumographen überzeugen kann) allerdings genügende Vorkehr hat eine dem Versuche nachteilige Beengung zur Folge. Der Versuchende unterbricht die Handbewegung im Augenblicke, in welchem die Minimum-Empfindung eintritt, und verzeichnet die Höhe und Dauer der Hebung. Man findet das minimum perceptibile in diesen beiden Größen ausgedrückt und berechnet es mit Hülfe einer Zahl, welche abhängig ist vom Versuche und von einer Constanten des Apparats und endlich auch noch von einer Constanten des riechenden Stoffes[1]).

---

1) »Nennen wir $Q'$ das Gewicht des zu untersuchenden Dampfes, welcher aus dem gesättigten Behälter durch das Papier während einer Secunde pro qmm in das Rohr eintritt; $P$ das Gewicht desselben, das nach Ablauf der Zeit $t$ durchgegangen, indem das einen Umkreis $R$ messende Papierrohr bis zur Höhe $z$ mit einer constanten Steigungsgeschwindigkeit $a$ bloßgelegt worden ist, so hat man in jedem Augenblicke

$$dP = Q' \, 2\pi \, R \, z \, dt + Q' \, 2\pi \, R \, dz \, dt;$$

welch letzteres Glied jedoch eine unendlich kleine Größe zweiter Ordnung ist, die vernachlässigt werden darf, desgleichen auch die nach und nach sich ergebenden Werte des Dampfdruckes im Rohre, wie der Versuch und eine einfache Berechnung zeigen. Da nun $z = at$ ist, so wird

$$\frac{dP}{dt} = Q' \, 2\pi \, R \, at.$$

daraus ergiebt sich durch Integration und Substitution des $a$ durch seinen Wert

$$P = Q' \, \pi \, R \, zt.$$

Nennen wir $V$ den Umfang des Glasrohres, so ist der durchduftete Raum

$$V + \pi \, R^2 z;$$

das minimum perceptibile $M$ ist nach der Definition

$$\frac{P}{V + \pi \, R^2 z};$$

Henry's Olfactometer wurde einer scharfen Kritik seitens eines anderen französischen Olfactologen, Jacques Passy[1]), unterzogen, welcher

der Quotient

$$\frac{\pi R}{V + \pi R^2 z} = B$$

ist eine Zahl, welche zugleich vom Versuche und vom Apparate abhängig ist, folglich wird, vorausgesetzt, dass der Dampf im Raume vollkommen diffundierte,

(1) $$M = B z t Q'.$$

Zur Bestimmung des $Q'$ betrachten wir die zwei Verdampfungs-Oberflächen als der Einheit gleich, von welchen eine der freien Luft ausgesetzt, die andere mit dem Papier des Olfactometers bedeckt, d. h. als ein biegsames Diaphragma, über und unter welchem der Gesamtdruck gleich ist, die Einzeldrucke des Dampfes und der Luft aber verschieden sind. Bezeichnet $A$ eine gleichzeitig von der Flüssigkeit und dem atmosphärischen Druck abhängige Constante, so erhalten wir für das Gewicht $q$, welches in der freien Luft verdampfte, wenn $F$ die Maximalspannung, $f$ die Spannung des Dampfes in der Atmosphäre sind (die im allgemeinen außer für Wasserdämpfe gleich Null ist),

(2) $$q = A (F - f).$$

An der mit Papier bedeckten Oberfläche hat der Dampfdruck unmittelbar über dem Diaphragma denselben Wert $f$, im allgemeinen gleich Null; allein unmittelbar darunter ergiebt sich ein auffällig verschiedener Werth $\varphi$, daher nehmen wir für das Gewicht $q'$, welches durch das Papier hindurch verdampfte,

(3) $$q' = A (F - \varphi).$$

Mit Gustave Robin fortgesetzte Versuche gaben das merkwürdige Resultat, dass $\frac{q'}{q}$ für alle Körper gleich bleibt, unabhängig von der Temperatur innerhalb bestimmter Grenzen (+ 4° bis 14°) und durchschnittlich gleich 0,63. Wir fanden in der That: Alkohol 0,63; Äther 0,67; Chloroform 0,63; Wasserdampf 0,66; Schwefelkohlenstoff 0,66; Benzin 0,65.

Nennen wir diese Verhältnisse $\alpha$. Die Analogie zwischen der Diffusion des Dampfes und der Wärmediffusion verfolgend, nehmen wir einen Coefficienten $0$, welcher nur vom Papier und dem Körper abhängig ist, so können wir

(4) $$q' = 0 (\varphi - f)$$

setzen, indem wir (3) und (4) gleichstellen und die Spannungen eliminieren.

(5) $$0 = A \frac{\alpha}{1 - \alpha},$$

aber da gleichfalls $Q' = 0 F$, bekommen wir, wenn wir in Betracht ziehen, dass im Rohre des Olfactometers $f = 0$,

(6) $$Q' = q \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

Da die Oberfläche des Papierrohres $^1/_4$ im Umfange geklebt ist, so müssen wir diesen Wert mit dem Coefficienten $^{11}/_{12}$ multiplicieren, welcher aus der Bestimmung des Gewichtes des unter gleichen Temperaturverhältnissen durch einfaches Papier oder durch das geleimte Papier diffundierten Ammoniaks berechnet wird:

$$^{11}/_{12} \frac{\alpha}{1 - \alpha} = 1{,}69.\text{«}$$

1) Comptes rendus des Seances de la Société biologique du 30 Janvier 1892.

die Integralrechnungen hier für verkehrt angewendet hält. Er erinnert, dass dieselben auf folgendes Gesetz sich stützen. Wenn man eine und dieselbe Flüssigkeit zuerst an der freien Luft, und dann unter einer Membran verdampfen lässt, so ist das Verhältnis zwischen den verdampften Mengen eine constante Zahl, welche für alle Flüssigkeiten 0.65 sein würde. Nun aber, sagt Passy, sei dieses Gesetz auf Henry's Olfactometer gar nicht anzuwenden. Henry setze voraus, dass der Dampfdruck unter der Membran constant wäre, was gewiss nicht der Fall ist, denn diese Membran ist ein Papiercylinder, welcher anfangs des Versuches vollkommen, gegen Ende desselben nur teilweise bedeckt ist. Der Druck ist daher im Beginne gleich der Maximaldampfspannung, und fällt erst später allmählich während des Versuches. Überdies — bemerkt Passy einige Zeilen weiter — habe Henry nicht bemerkt, dass er durch die Bewegung des Rohres seines Instrumentes den ganzen Innenraum vergrößerte. Es entsteht demzufolge ein Einwärtssaugen der Luft, und es muss also notwendiger Weise Luft aus den Nasenlöchern in den Apparat zurückströmen. Wenn dessen ungeachtet eine Riechwahrnehmung zu Stande kommt, so geschieht dies, weil der Geruch in so übergroßer Menge vorhanden ist, dass er nach den Nasenlöchern zu in entgegengesetzter Richtung des Luftstromes in diesen diffundieren kann. Kein Wunder also, dass Henry für seine minima perceptibilia viel höhere Werte fand als seine Vorgänger.

Was den ersten Teil dieser Kritik anbelangt, so kann ich Passy vollkommen beistimmen. Ich glaube auch, dass Berechnungen hier ganz verfehlt sind und vermied sie darum sorgfältig für meinen Olfactometer. Durch die von Henry daran angebrachten Modificationen sind genaue Bestimmungen noch schwieriger geworden. Denn während man bei frisch aus der riechenden Lösung herausgenommenen porösen Porzellancylindern noch voraussetzen kann, dass an der Innenfläche eine Flüssigkeitsschichte hafte, welche auch die Brücken zwischen den Poren bekleidet, und wir deshalb annehmen können, dass die Flüssigkeit aus der ganzen Oberfläche verdampfe, so wird diese Folgerung für Henry's poröse Cylinder nicht mehr stichhaltig sein. Ich kann daher nicht einsehen, dass wir durch letztere Abänderungen leichter zur Kenntnis des minimum perceptibile in Milligrammen gelangen sollten. Überdies begegnen wir sowohl bei der einen als bei der anderen Modification allerlei Bedenklichkeiten wegen der Adhäsion des Riechgases an der Innenfläche des Riechrohrs. Wenn wir also für meinen Geruchsmesser, sei es in seiner ursprünglichen Form, welcher ich auch für die Parfumerienindustrie den Vorzug gebe, sei es in einer modificierten Gestalt, die gefundene Geruchsschärfe in Dampfdichtigkeit umrechnen wollen, so bleiben wir auf Vergleichung mit einer oder der anderen directen

Methode, wie jene Valentin's, Penzoldt's, Fischer's und Dibbits', angewiesen.

Die zweite Einwendung in Passy's Kritik scheint mir weniger gerechtfertigt. Das Heben des Riechrohres in Henry's Versuchen geschah vermutlich so langsam, dass von einer solchen Gegenströmung wohl kaum die Rede sein dürfte. In einem Prospect des Fabrikanten G. Berlemont wird nämlich ein Beispiel gegeben. Darin wurde das Riechrohr in 11 Secunden über eine Höhe von 15 mm gehoben. Man kann also sicher annehmen, dass die durch diese Bewegung hervorgerufene Strömung ganz vernachlässigt werden dürfe. Wenigstens dem Einflusse der Einatmung gegenüber sinkt sie auf Null herab. Doch bleibt Henry's Olfactometer ein Apparat von zweifelhaftem Werte. Der Inhalt des Glasrohrs beträgt 50 cbcm, welcher Raum noch um einige Centimeter durch das Ausschieben während des Versuches vermehrt wird. In dem angeführten Beispiele betrug der ganze parfumierte Raum 65$^1/_4$ cbcm. Aus diesem Volumen scheint man mehrere Male, nehmen wir an z. B. viermal, während des Versuches eingeatmet zu haben. Henry nimmt an, dass der ganze Raum durch solch eine Einatmung entleert werde, was er doch kaum im absoluten Sinne meinen kann. Vermutlich wird die Luft im Apparate nur verdünnt, und unmittelbar nach Anhalten des Atmens wieder von außen gefüllt. Es ist mir rätselhaft, wie man unter diesen Umständen zur Berechnung einer wirklichen Dampfdichtigkeit gelangen kann. Selbst vergleichende Bestimmungen der Geruchsschärfe — welche doch immer der Zweck einer indirecten olfactometrischen Methode sind — scheinen mir auf diese Weise nicht erreichbar. Dies würde nur dann der Fall sein, wenn Henry die Luft unten in seinem olfactmetrischen Cylinder von außen aus frei eintreten ließe, dann aber wäre Henry's Modification meinem ursprünglichen Riechmesser vollkommen gleich, nur mit dem Unterschiede, dass das poröse mit Flüssigkeit getränkte Rohr durch ein Papier ersetzt wird, durch welches ein Riechgas hindurch diffundiert. Ich will gerne anerkennen, dass unter einigen Umständen eine wichtige technische Verbesserung hiermit erreicht sein würde. Wenn ich alles in allem den erbitterten Streit zwischen Henry und Passy in der Société de Biologie[1]) erwäge, so will es mir scheinen, dass Henry dadurch auf einen Irrweg geraten, dass er ein nur für indirecte Bestimmungen der Geruchsschärfe berechnetes Olfactometer für die absolute Methode anwenden wollte. Zu diesem Zweck wurde der olfactometrische Cylinder am unteren Ende abgeschlossen, und die von Passy mit Recht beanstandeten gewagten Berechnungen gemacht. Gleichzeitig aber wurde dem Zweck nicht genüge geleistet.

1) Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie. 6 et 20 Février 1892.

Jaques Passy[1]) gab kurz nach oberwähnter Polemik, anfangs 1892, eine directe olfactometrische Methode an, welche große Einfachheit mit ziemlich bedeutender Genauigkeit vereinigt. Er giebt folgende Beschreibung:

»Ich nehme eine bestimmte Menge Riechstoffes, z. B. 1 g, löse sie in bestimmten Gewichtsteilen Alkohol, z. B. 9 g, und stelle so eine erste Lösung her, welche $^1/_{10}$ des Riechstoffes enthält. Von dieser ersten Lösung nehme ich wieder eine bestimmte Menge, z. B. 1 g, welche ich in einer neuen Menge Alkohol auflöse, u. s. f. Ich erhalte auf diese Weise sehr leicht und mit einer großen Genauigkeit, eine Reihenfolge von titrierten Lösungen von $^1/_{10}$, $^1/_{100}$, $^1/_{1000}$, $^1/_{1000000}$ u. s. w. je nach Bedarf. Ich entnehme, nachdem dies geschehen, der ersten Lösung einen Tropfen, welchen ich in eine Flasche, etwa z. B. eine Literflasche, einführe, deren Boden zur Beschleunigung der Verdunstung leicht erwärmt wird. Der zu Untersuchende legt dann die Nase an die Flaschenmündung und riecht. Hierauf nehme ich auf dieselbe Weise einen Tropfen aus der zweiten Auflösung, und fahre so lange fort, bis das Versuchssubject erklärt nichts mehr riechen zu können. Ich schließe daraus, dass das minimum perceptible zwischen den beiden letzten Versuchen liege. Ich nehme dann die Gegenprobe vor, welche darin besteht, dass man mit einer zu schwachen Lösung beginnt und allmählich zu stärkeren fortschreitet, bis eine Geruchswahrnehmung entsteht[2]). Die Grenzen, innerhalb welcher das Minimum liegt, werden auf diese Weise annähernd gefunden, und letzteres wird dann leicht durch ein genaueres Vorgehen zu bestimmen sein, wozu genügen wird, entweder mehrere Tropfen der allzu schwachen Lösung zu verwenden, oder eine Reihenfolge von Auflösungen herzustellen, welche zwischen den zu starken und zu schwachen Verdünnungen liegen.«

Wie wir sehen, kann man dieses Verfahren sehr schnell, und die Messungen mit großer Genauigkeit ausführen. Dennoch ergeben sich hier einige sehr störende Fehlerquellen. Passy warnt vor zweien, zuerst vor der Anwesenheit von Alkohol, welcher den Geruch teilweise maskiert. Er bedient sich, um diesen Nachteil so viel als möglich zu beseitigen, äußerst kleiner Tröpfchen (175 in einem Gramm). Gleichwohl ist es offenbar, dass auf diese Weise der Fehler keineswegs vollkommen ausgeschlossen wird. Ich werde in einem späteren Abschnitte Gelegenheit haben, der Ursache nachzuforschen, worauf dieses teilweise Verhüllen

1) L. c. 30 Janvier 1892.

2) »Dieses letztere Verfahren wird sich in der That als das angemessenste bewähren, sobald man annähernd den richtigen Verdünnungsgrad ermittelt hat. Hierdurch allein lässt sich der Ermüdung vorbeugen, welche sich rasch bei Anwendung von zu starken Lösungen einstellt.«

des Geruches durch Alkohol beruht. Wir haben es dabei mit der Compensation der Gerüche zu thun, einerseits des Parfums und andererseits des Alkohols. Wir werden später sehen, dass der Einfluss der Compensation so groß ist, dass auf diese Weise die Ermittelung der richtigen Wertziffer des minimum perceptibile unmöglich ist. Passy's Methode wird daher nur dann von Vorteil sein, wenn wir die alkoholischen Lösungen durch Auflösung oder Verteilung in Wasser ersetzen, und dann natürlich Sorge tragen, dass das angewendete destillierte Wasser wirklich vollkommen geruchlos ist. Der zweite von Passy hervorgehobene Fehler ist der Verlust an Riechstoff, welcher einfach durch das Öffnen des Literkolbens und durch das wiederholte Daranriechen entsteht. Man kann diese Störung dadurch vermindern, dass man nur wenige, sehr kurze Inspirationen macht. Passy bediente sich dieses Kunstgriffes. Man könnte auch sehr große Kolben nehmen, z. B. jene, worin der Alkohol versendet wird. In diesem Falle nähert sich diese Methode jedoch mehr und mehr dem Versuchsverfahren, welches Fischer und Penzoldt und auch Valentin bei einzelnen ihrer Bestimmungen angewendet haben. Zugleich verliert sie auch ihre leichte Ausführbarkeit, durch welche sie sich in der ihr von Passy gegebenen Form gerade so günstig unterscheidet. Eine dritte Fehlerquelle scheint mir die Condensation des Riechstoffes an der Kolbenwandung, eine Erscheinung, die noch sehr wenig erforscht wurde, die aber unbestreitbar für mehrere Riechstoffe auf die Ergebnisse von großem Einfluss ist. Wir können uns ja täglich leicht von dieser Condensation überzeugen. Wenn man z. B. auf den Boden eines Glaskolbens einzelne Tropfen Olivenöl träufelt, und diese Tropfen augenblicklich wieder entfernt, so mag man ein solches Glas öfters ausblasen oder ausspülen, es wird dennoch nicht gelingen den Ölgeruch zu vertreiben. Offenbar haftet der Geruch äußerst fest dem Glase an. Angenommen also, dass man nach Passy's Methode Bestimmungen bezüglich der Riechschärfe für den riechenden Bestandteil eines Olivenöls anstellen wollte, so müsste man gerade in Folge der Condensation und der Adhäsion gegen die Wände eine vollkommen unrichtige Wertziffer erhalten.

Passy zeigt, dass die seiner Methode anhaftenden Fehler alle in demselben Sinne wirken. Die für das minimum perceptibile gefundenen Werte sind daher alle zu hoch.

Es findet unter diesem Vorbehalte an Milligramm pro Liter Luft für:

| | |
|---|---|
| Orangenessenz . . . . . . . . | 0,0005—0,001 |
| Wintergrünessenz . . . . . . . | 0,0005—0,001 |
| Rosmarin . . . . . . . . . . . | 0,00005—0,002 |
| Äther . . . . . . . . . . . . | 0,0005—0,005 |
| Folia menthae . . . . . . . . . | 0,000005—0,00005 |

| | |
|---|---|
| Kampfer . . . . . . . . . . . . | 5 |
| Äther . . . . . . . . . . . . . | 1 |
| Citral . . . . . . . . . . . . . | 0,5—0,1 |
| Krystallisiertes Heliotropin . . . | 0,1—0,05 |
| Cumarin . . . . . . . . . . . . | 0,05—0,01 |
| Vanillin . . . . . . . . . . . . | 0,05—0,0005 |
| Natürlicher Moschus . . . . . . | 0,01 |
| Künstlicher Moschus . . . . . . | 0,00001—0,000005 |

Passy's[1]) Methode ist gewiss ein großer Gewinn für die Olfactometrie. Sie ermöglicht mit geringen Hilfsmitteln und in kurzer Zeit die Menge Riechstoffes in Milligramm zu ermitteln, die in einem Liter Luft enthalten sein muss, damit diese Luft eine Geruchswahrnehmung hervorrufe. Man wird jedoch, wie erwähnt, dann bei den Bestimmungen vier Bedingungen beachten müssen, nämlich:

1) nur Auflösungen in geruchlosem destilliertem Wasser zu gebrauchen;

2) wenige kurze Einatmungen zu machen;

3) einen möglichst großen Kolben zu nehmen;

4) diese Methode nur für Riechstoffe anzuwenden, deren Dampf nur wenig an den Wandungen condensiert.

Das neueste olfactometrische Verfahren, dessen ich in dieser geschichtlichen Übersicht erwähnen will, ist abermals ein eindirecte Methode. N. Savelieff construierte in Morokschowetz' Laboratorium einen Olfactometer einfacher Art[2]). Der Apparat besteht aus einer Wulff'schen Flasche, deren einer Hals mit einem Kork verschlossen und durch den ein bis an den Boden reichendes Glasrohr gesteckt ist, das an der Durchgangsstelle möglichst hermetisch anschließt; durch den Kork des andern Halses geht ebenfalls ein Glasrohr, das rechtwinklig gebogen ist und nicht bis an den Boden der Flasche reicht. Das andere Ende

1) Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie du 30 Janvier 1892.

2) N. Savelieff, Untersuchung des Geruchssinnes zu klinischen Zwecken. Neurologisches Centralblatt. 1893. Nr. 10. S. 340. — In diesem Artikel wird auch mein Olfactometer kritisiert. Vielleicht darf ich mich einer Entgegnung enthoben erachten, da dieser Schriftsteller offenbar von meiner Methode selbst keine Ahnung hat. Er sagt z. B.: »Eine dritte Methode endlich zur Bestimmung der Geruchsschärfe bestand in der Feststellung der Entfernung des Riechstoffes vom Geruchsorgane, auf welcher der Geruchstoff noch eine Riechempfindung hervorbringen kann. Sie war bei den Experimenten von Fröhlich und Zwaardemaker angewandt.« — Sollte Dr. Savelieff einmal geneigt sein, sich mit meiner Methode bekannt zu machen, so wird er in den neueren Lehrbüchern für Physiologie (Hermann, Gad u. Heymanns) und in den modernen specialistischen Handbüchern (Bresgen, Zarnico, M. Schmidt) das Princip der Methode sehr deutlich und kurz erörtert finden.

dieses Rohres ist durch den Kork einer zweiten Wulff'schen Flasche hindurchgesteckt. Durch den zweiten Kork letzterer ist ein hohler Glascylinder geführt, dessen oberes Ende sich dichotomisch gabelt, wobei die beiden Zweige in zwei olivenförmige Endungen auslaufen, und beim Einführen die äußeren Nasenöffnungen genau anpassen. In die erste Wulff'sche Flasche wird eine Mischung aus einer abgewogenen Quantität ätherischen Öles und einer bestimmten Wassermenge gegossen, jedoch nur so viel, dass das Niveau dieser Flüssigkeit niedriger steht als das Ende der oben beschriebenen rechtwinklig gebogenen Glasröhre reicht. Indem wir dann die riechende Flüssigkeit in der Wulff'schen Flasche durch genau bestimmte Zusätze von Wasser nach und nach verdünnen, können wir den Geruchsstimulus auf einen so geringen Grad bringen, dass er schließlich aufhört, in dem Geruchsorgan eine Empfindung hervorzurufen. Daraus können wir, da wir die Concentration der riechenden Mischungen genau kennen, die minima perceptibilia in einem gegebenen Falle feststellen.

Diese Methode hat natürlich den Nachteil, dass ihre Resultate nicht in einfacher Beziehung zur wirklichen Reizschwelle stehen. Eine Mischung doppelter Concentration in der ersten Flasche giebt dem Experimentator keinen zweimal stärkeren Reiz. Auch wechselt die Reizstärke bei gleicher Concentration je nach der Höhe der Flüssigkeitssäule, und endlich wird dieselbe in Folge der Adhäsion für verschiedene Apparate nicht die gleiche sein. Wenn man also bestimmt hat, dass eine Person mit normalem Geruchssinn ein Nelkenölwasser von 1 auf 2000000 als untere Grenze zeigt, wird man darum noch nicht schließen können, dass man mit anderen Flaschen und mit einer anderen Flüssigkeitsmenge dieselbe Grenze finden wird. Endlich hat die Savelieff'sche Methode, obgleich dieselbe unter den notwendigen Kautelen, und wenn man wirkliche Lösungen anstatt Mischungen von ätherischen Ölen und Wasser benutzt, zu physiologischen Zwecken dienlich gemacht werden kann, als Methode den Nachteil, dass man mit concentrierten Lösungen anfangen muss. Unter diesen Umständen wird der Geruchssinn durch die ersten Inspirationen ganz betäubt, und man wird längere Zeit vergehen lassen müssen, bevor man aufs neue beobachten kann. Man wird immer geneigt sein, zu früh wieder zu beginnen, und dadurch immer zu niedrige Werte erhalten. Keinenfalls wird man die Sicherheit haben, diese Schwierigkeit vermieden zu haben. Diese Gewissheit hat man nur, wenn man mit minimalen Reizen anfängt, von welchen man im voraus weiß, dass dieselben unter der Reizschwelle liegen. Da Savelieff erst das ätherische Öl mit wenig Wasser in die Flasche hinein thut, und später nach und nach Wasser zugießt, bis er den Geruchsreiz auf einen so geringen Grad gebracht hat, dass derselbe aufhört, eine Empfindung

hervorzurufen, wird die oben genannte Betäubung des Geruchssinnes sich ohne Schranken geltend machen.

Aus dem Vorhergehenden ist es klar, dass eine olfactometrische Methode, welche sich bewähren soll, folgenden Forderungen genügen muss:

1) dass sie gestattet, mit den schwächsten Reizen anzufangen, und erst allmählich zu den stärkeren überzugehen.

2) dass man sehr schnell und in continuierlicher Reihe von den schwächsten zu den stärksten Riechreizen steigen kann.

Der ersten Forderung entsprechen die Methoden Valentin's, Passy's, Fröhlich's und die meinige. Die zweite Forderung wird, so weit ich sehe, zur Zeit nicht erfüllt werden können ohne das Princip der in einander schiebenden Cylinder. Was die veränderliche Spalte bei der Bestimmung des Lichtsinnes, die Entfernung bei der Bestimmung der Gehörsschärfe bedeuten, das ist in der Olfactometrie das rasche Vergrößern oder Verkleinern der Fläche, welche den Geruch abgiebt, wie dieses in so einfacher Weise durch das Vorschieben eines olfactometrischen Cylinders über das Riechrohr erzielt worden ist.

In welcher Weise das eben genannte Princip technisch ausgearbeitet wird, ist nur aus praktischen Rücksichten wichtig. Ich habe erst Cylinder aus festen Riechstoffen gewählt, später poröse Porzellancylinder, welche ich für einige Stunden in eine Riechstofflösung hinein legte. Jedoch jeder andere Cylinder kann genau dasselbe leisten. Im allgemeinen bin ich bei 8 mm innerem Durchschnitt, also bei einem inneren Umkreis von 50 mm stehen geblieben. Kurz, noch viele Variationen können ausgedacht werden, und ich zweifle keinen Augenblick, dass man manche bessere finden wird. Das Princip aber, auf welchem alle beruhen, bleibe unangetastet, weil es kein anderes giebt, welches ermöglicht, in wenigen Augenblicken die Reizintensität von Null bis zur beliebigen Höhe zu heben. Nur eine wichtige, kaum vermeidliche Fehlerquelle haftet an dem Princip der übereinander schiebenden Cylinder, das ist die Adhäsion an der inneren Wand des Innenrohres. Bei genauen Untersuchungen soll man deswegen eine Correction anbringen, welche sich durch an anderer Stelle zu beschreibende Versuche berechnen lässt. Bei gewöhnlichen Bestimmungen thut man am besten, dieselben zu vernachlässigen, da sie die Resultate kaum beeinträchtigt. Nicht das Princip selbst, sondern die Anwendungen, welche dasselbe bisher gefunden hat (mein Olfactometer, und derjenige Henry's), haben noch eine zweite Unvollkommenheit. Ich meine die Unbestimmtheit im Modus der Aspiration. Diese geschieht, während das andere Nasenloch und die hintere Hälfte des zum Riechen bestimmten offen bleiben, auf sehr verschiedene

Weise. Das eine Mal schnell, plötzlich und oberflächlich, das andere Mal langsam, allmählich und tief. Diese Unvollkommenheit ist nur scheinbar ein Fehler, denn die Art und Weise, nach welcher man beim Riechen aspiriert, muss fortwährend geändert werden, je nach der Reizintensität und nach der Diffusionsgeschwindigkeit des Riechgases, welches man beobachten soll. Die Versuchsperson sucht unbewusst die günstigsten Bedingungen, ebenso wie sie mit dem Auge beim Fixieren die richtige Accommodation findet.

Nach graphischer Methode lassen sich diese Aspirationsmodi leicht studieren, aber es wäre schade, wenn man dieselben an feste Formen binden wollte. Dadurch würde man unter ganz unnatürlichen Bedingungen Riechmessungen anstellen, und der Olfactometrie einen noch größeren Nachteil bringen, als ihr leider früher durch den Gebrauch zu starker, ganz betäubender Riechreize geschehen ist. Letzterem Umstande glaube ich es zuschreiben zu müssen, dass auf diesem Gebiete bis jetzt so wenige Beobachtungen stattgefunden haben. Für die Zukunft droht vielleicht die andere Klippe noch verhängnisvoller zu werden, jene nämlich, durch Abschließung der Atemwege, durch Reglementierung der Atemverteilung ungeeignete Bedingungen für das Riechen zu schaffen, und in Folge dessen Werte zu erhalten, die nichts weniger sind als Reizschwellenwerte. Gerade um diesem Übelstand vorzubeugen, gab ich dem Riechrohre meines Olfactometers einen so engen Durchmesser, dass er unter keinen Umständen das Nasenloch vollständig abschließen kann. Der Olfactometer wird also das Atemholen frei lassen, höchstens einerseits den Widerstand für die eingeatmete Luft um ein Geringes vermehren. Was wir mit Hilfe unseres Apparates bestimmen, sind daher Schwellenwerte unter nahezu natürlichen Bedingungen. Leider lassen sich dieselben nur auf einem Umwege zu Dampfdichtigkeiten umrechnen. Die directen Methoden Valentin's, Fischer und Penzoldt's und Passy's sollen hierbei herangezogen werden. Doch sogar, wenn man diese Unvollkommenheit der Olfactometer, welche nach dem Princip der ineinander schiebenden Cylinder construiert sind, ohne weiteres zugiebt, bleibt doch die Schnelligkeit des Experimentierens der Methode, in welcher sie zur Zeit noch von keinem anderen Verfahren übertroffen worden ist, unbeeinträchtigt.

---

# VII. Die technische Ausführung der Riechmessungen.

Wir werden hier für Solche, welche selbst olfactometrische Bestimmungen anzustellen beabsichtigen, die technische Ausführung derselben eingehender besprechen, nachdem wir vorher Einiges über die Construction des Riechmessers mitgeteilt haben. Der Apparat besteht, wie bereits erwähnt, aus zwei übereinander verschiebbaren Cylindern, deren einer die Riechquelle, der andere das Riechrohr darstellt. Einige andere Einrichtungen dürfen jedoch nicht übersehen werden. Die ineinander verschiebbaren Röhren werden durch ein hölzernes Schirmchen gehalten, welches in der Regel 7½ cm breit und 10 cm hoch ist. Geringere Dimensionen sind nicht zu empfehlen, weil das Schirmchen zur Abwehr des Geruches dienen muss, welcher aus dem Olfactometer nach außen hin diffundiert. Die dadurch verursachte Störung würde zwar allerdings nicht bedeutend sein, kann aber doch bei starken Riechstoffen durch etwaiges Einatmen in das andere Nasenloch Verwirrungen veranlassen, welchem Nachteil man bei genügend großen Schirmen nicht begegnet. Ich wählte als Material für diese Schirme Holz, weil es leicht ist, und der Apparat, falls er zu Boden fällt, nicht sobald Gefahr läuft, zu brechen. Bisweilen lasse ich das Holz färben und mit einem geruchlosen Firnis überziehen, meist jedoch bleibt es im natürlichen Zustande. Jedenfalls aber wird es notwendig sein, das Holzschirmchen der freien Luft auszusetzen, damit der Holz- und Firnisgeruch so viel als möglich sich verliere. Wird dies unterlassen, so können sich sehr störende Irrtümer einschleichen. So fand ich, dass ein äußerst geringer, kaum merklicher Schellackgeruch nicht weniger als 8 cm Kautschuk maskierte. Auf diese Weise würde die notwendige Correction viel größer sein müssen als der zu messende Wert.

Etwas unter der halben Höhe des Schirms ist eine Öffnung für das Riechrohr angebracht, worin dieses befestigt wird, was mittels eines Korkes oder eines Holzpfropfens geschehen kann, in welche das Riechrohr gekittet wird. Oder man kann, wie es bei meinen neueren Riechmessern der Fall ist, um das Riechrohr eine metallene Hülse befestigen, welche mittels eines Bajonettverschlusses in eine ähnliche, an den Schirm geschraubte Hülse einpasst. Diese letztere Befestigungsart scheint mir sowohl Geschwindigkeit als Sicherheit der Handhabung zu vereinigen.

Das Riechrohr selbst hat 5 mm im Lichten und eine Länge von 15 cm. Zehn dieser Centimeter ragen an der Hinterwand des Schirms heraus. Dieses Stück ist in Centimeter eingeteilt, welche einfach mit einem Diamant eingeritzt werden. Von den fünf übrigen Centimetern befindet sich ein kleinerer Teil innerhalb der Hülse, der größere Teil

bleibt an der vorderen Wand des Schirms frei. Das Riechrohr ist an dieser Vorderseite mit einer sanften Krümmung rechtwinklig gebogen. Das nach aufwärts gerichtete Stück hat in der Regel keine größere Länge als $1^1/_2$ cm, denn würde man es länger machen, so liefe man Gefahr, dass das Schirmchen nicht seinen Zweck, den Geruch abzuhalten, erfüllte. Es käme nämlich dann bei den Versuchen die Nase zu nahe an den Oberrand des Schirms zu liegen. Bei einer Biegung von $1^1/_2$ cm bleiben die Nasenlöcher noch $3^1/_2$—4 cm von diesem Oberrand entfernt, ein, wie die Erfahrung lehrt, genügender Abstand. Dr. C. Reuter hat die rechtwinkligen Biegungen der Bequemlichkeit halber etwas modificiert und einer Krümmung von 45° den Vorzug gegeben, es hat sich aber herausgestellt, dass diese Modification keine Veränderung der Resultate giebt. »In der That«, äußert sich der genannte Forscher, »ist es mir nicht gelungen, einen Unterschied der Riechkraft der olfactometrischen Cylinder nachzuweisen, wenn ich abwechselnd dasselbe Individuum mit den stärker oder schwächer gekrümmten Innenröhrchen untersuchte.«

Bei den Versuchen selbst wird nun das gebogene Ende des Riechrohrs in eines der Nasenlöcher eingeführt, was nicht allzutief geschehen darf. Gewöhnlich führe ich das Rohr nur 0,5—1 cm weit ein. Übrigens lege man es in die vordere Hälfte des Nasenloches, jedoch in keinem Falle so weit, dass es den Vorderrand zu fest berührt. Nach der Untersuchung wird das Nasenende des Riechrohrs einige Augenblicke in eine Carbollösung getaucht oder noch einfacher an einer Spiritusflamme erhitzt, um es vollkommen zu desinficieren. Zur weiteren Reinigung von dem noch etwa anhaftenden Riechstoffe, welcher während des Versuches an der Innenwand sich condensierte, wird das Rohr mit dem Munde durchblasen und schließlich an der Spiritusflamme getrocknet. Sollte dies nicht genügen, so wird ein Wasserstrahl durchgeleitet und dann mit entfetteter Baumwolle ausgewischt, wozu ein Metalldraht als Watteträger dient.

Die porösen olfactometrischen Cylinder werden von der Firma t'Hooft & Labouchère aus verschiedenen Arten Töpfererde verfertigt. Wir wählten ein Gemenge von drei Gattungen Thon, nämlich einer fetten und einer magern und einer an Kieselsäure reichen Thonerde. Diese drei Bestandteile werden mit einem Schmelzmittel gemischt. Die Porosität dieser Röhren wird je nach der Temperatur des Ofens etwas verschieden sich gestalten, wird aber von dem Fabrikanten jedesmal ziemlich genau wieder getroffen. Der Thongeruch ist minimal. Die Lichte des Cylinders soll genau 8 mm betragen, in welchem Falle der Umkreis 50 mm beträgt, ein Wert, welcher die Berechnung der riechenden Oberfläche aus der vorgeschobenen Cylinderlänge leicht gestattet. Es wird jedoch beim Brennen der Cylinder nicht immer gelingen, die gewünschte

Weite zu erzielen, denn der Thon schrumpft beträchtlich infolge der jeweiligen Temperatur des Ofens und der Zusammensetzung der Thonmasse. Dem Fabrikanten wird es nur dann allmählich gelingen, die richtigen Mischungsverhältnisse zu treffen, wenn er wiederholt nach einander Cylinder aus demselben Gemenge an verschiedenen Stellen des Ofens brennt. Zu weite Cylinder sind vollkommen unbrauchbar, zu enge könnten nötigenfalls mit einem Glasstäbchen ausgeweitet werden. Eine etwas zu große Länge schadet nichts, weil man das übergeschobene Stückchen nicht zu benutzen und nur das Riechrohr etwas weiter durch die Metallhülse zu schieben braucht, wobei jedoch Riechrohr und Cylinder vollständig über einander schließen und in gleicher Ebene senkrecht abschneiden müssen. Wie erwähnt, werden die beiden Enden des Cylinders mit Glasur bedeckt, die innere und äußere Oberfläche aber müssen davon sorgfältig frei gehalten werden. Da es kaum möglich ist, das Riechrohr und den porösen Cylinder so dicht aneinander fügend zu machen, dass kein Raum dazwischen übrig bleibt, füllen wir die etwa noch zwischen beiden bleibenden Abstände durch einen Papierstreifen, ein Blatt Stanniol oder eine dünne Metallhülle aus. Auf diese Weise wird dafür gesorgt, dass die Luft nur am offenen Ende eingesogen wird.

Die porösen Cylinder werden vor dem Gebrauch in eine reichliche und öfters erneuerte oder strömende Menge Wassers gelegt, damit sie den ihnen etwa noch in geringem Maße anhaftenden Thongeruch verlieren. Hierauf werden sie in einer weithalsigen Stöpselflasche aufbewahrt, welche die riechende Lösung enthält. Ich benutze zu diesem Zwecke für weniger genaue Versuche auch weite Reagensgläser von ungefähr 125 ccm Inhalt und schließe dieselben mit einem Wattepfropf. Dies hat den Vorteil, dass man keinen Kork von dem etwa daran haftenden Riechstoff zu reinigen nötig hat. Bei genauen Bestimmungen soll man jedoch immer eine ein halbes oder ein ganzes Liter haltende Stöpselflasche nehmen, da infolge des geringen Inhaltes und der Anwendung der Wattepfropfen unzweifelhaft kleine Fehler einschleichen können.

Ich verwende mit Vorliebe zum Tränken der porösen Cylinder wässerige Lösungen der Riechstoffe. In der Regel dürfte dies keine Schwierigkeit bieten, denn nur in Ausnahmefällen werden die benutzten Gerüche so wenig im Wasser löslich sein, dass man keine Lösungen von 1 : 10 000, 1 : 100 000 herstellen könnte. In keinem Falle jedoch wird es gestattet sein, Alkohol zuzusetzen, weil der Alkohol selbst ein Riechstoff ist. Gegen die Zugabe einer geringen Menge Glycerins ist aber nichts einzuwenden, dies hat sogar den Vorteil, dass man den Riechstoff zuerst in Glycerin auflösen und dann diese Lösung mittels einer Pipette tropfenweise zusetzen kann. Ich habe auch einige male Olivenöl als Lösemittel

versucht, allein vergebens, da es mir nicht gelang, vollkommen geruchloses Öl zu erhalten, was wohl jederzeit äußerst schwer sein dürfte, weil Fette gar zu leicht Gerüche festhalten und daher, selbst wenn sie ursprünglich vollkommen rein gewesen, kaum jemals ganz geruchlos bleiben werden[1]. Eher dürfte dies noch mit flüssigem Paraffin gelingen, indes fehlen mir noch Erfahrungen darüber. Ich pflege gewöhnlich die porösen Cylinder während einer Nacht in einer solchen Stöpselflasche liegen zu lassen. Längeres Verweilen scheint mir nicht rätlich, weil im Verlauf von Tagen in solchen sehr verdünnten Lösungen durch die Einwirkung des Lichtes, durch niedrige Organismen u. s. w. Zersetzungen einzutreten scheinen; wenigstens findet man schließlich den Inhalt der Flaschen vollkommen geruchlos.

Die porösen Cylinder nach den Versuchen wieder von dem Riechstoff zu befreien, macht keine Schwierigkeiten. Man hat sie einfach in eine reichliche Menge Wasser zu legen. Um sie sterilisiert zu erhalten, koche ich sie überdies auch häufig aus, namentlich wenn sie mit Harn oder anderen organischen Stoffen durchtränkt waren. Man kann sie auch im Kohlenfeuer erhitzen, was gewiss das gründlichste Reinigungsverfahren ist; sie müssen jedoch darnach abermals in Wasser gelegt werden, um sie von dem Erdgeruch zu befreien.

Ich habe im Laufe der Zeit die porösen Cylinder mit einer großen Anzahl von Lösungen einfacher oder mehr oder weniger zusammengesetzter chemischer Verbindungen getränkt. Falls man keine besondere Ursache hat, einem bestimmten Riechstoff den Vorzug zu geben, so verdienen bei Versuchen, bei welchen die Qualität der Wahrnehmung vernachlässigt werden darf, die Fettsäuren und von diesen wieder am meisten die Baldriansäure, besondere Beachtung. Letztere wurde von A. Goldscheider bereits erfolgreich für klinische Beobachtungen angewendet. Dr. C. Reuter war so gefällig, für diesen Stoff die normale Riechschärfe genau zu bestimmen. Er bereitete eine Lösung von Acidum Valerianum (Pharmac. Germ.) 1 : 10000, und fand hiermit folgende Ergebnisse:

| | | | |
|---|---|---|---|
| bei 5 | Personen | 0,5 cm | Cylinderlänge |
| 1 | Person | 0,8 » | » |
| 1 | » | 1,0 » | » |
| 1 | » | 1,2 » | » |

Der am häufigsten vorkommende Wert war also 0,5, der mittlere Wert 0,7. Wir dürften daher nicht irre gehen, wenn wir eine Cylinderlänge von 0,5 als dem normalen minimum perceptibile entsprechend

1) So ist z. B. aus Margarin hergestellte Butter nur äußerst mühsam vom Geruch des Maschinenöls zu befreien.

annehmen. Der Besitzer eines gesunden Geruchsorganes wird, um einen richtig wahrnehmbaren Eindruck zu erhalten, den porösen, vorher gehörig mit 1 : 10000 Baldriansäure durchtränkten Cylinder nicht weiter als bis zu $^1/_2$—1 cm heraus zu schieben haben.

Auch ich stellte ähnliche Messungen für einige andere Präparate an, in erster Reihe für Essigsäure und für Ammoniak.

Eine 2procentige Essigsäurelösung erzeugt ungefähr bei 0,5—1,0 cm Cylinderlänge, und eine 1procentige Lösung bei $^1/_4$—$^1/_2$ cm einen minimalen Eindruck. Die Essigsäuredämpfe haften dabei sehr stark an der Innenseite des gläsernen Riechrohres, welches daher jedesmal vor dem Einatmen gereinigt, oder wenigstens durchgeblasen werden muss. Der Versuch mit Essigsäure wird infolge dessen sehr mühsam und man erhält bei unzureichender Übung leicht eine zu niedrige Wertziffer. Dies erklärt sich daraus, dass ohne gehörige Vorsicht etwas von der früheren Aspiration an der Innenwand des Riechrohres hängen geblieben, und dem vom Cylinder abgegebenen Essigsäuredampfe sich beimengt.

Eine 4procentige Ammoniaklösung löst bereits bei 0,3 cm Cylinderlänge einen schwachen Riecheindruck aus. In einzelnen Fällen steigt die Riechschwelle wohl auch bis auf 0,4—0,5 cm.

Eine 1procentige Auflösung von Benzaldehyd in Glycerin wurde 50mal verdünnt, also eine Lösung von 1 : 5000 hergestellt. Ein darin ± 5 Stunden versenkter olfactometrischer Cylinder erzeugte bei einem normalen Geruchsorgane, wenn bis auf 2 cm herausgeschoben, einen schwachen, aber noch deutlichen Eindruck, welcher in einer Reihe von Bestimmungen ungefähr der Riechschwelle zu entsprechen schien. 2 cm Benzaldehyd, 1 : 5000 besitzen also gleiche Riechkraft wie 1 cm Kautschuk. Man fand, wenn die Verdünnung bis auf 1 : 10000 gebracht wurde, das minimum perceptibile bei 3—4 cm.

Eine 1procentige Auflösung des offizinellen Kirschlorbeerwassers, dessen Bestandteil das Benzaldehyd bildet, löste eine minimale Wahrnehmung bei 0,9—1,2 cm aus. Auch hierbei muss eine sorgfältige Reinigung der Riechrohres vorangehen, weil sonst die Adhäsion im Innern des Riechrohrs das Minimum bei aufeinanderfolgenden Bestimmungen bedeutend niedriger stellen würde. Dieser Einfluss kann so groß sein, dass die Riechschwelle bei dem nicht vorher gereinigten Olfactometer bereits nach der zweiten und dritten Aspiration bei 0,1 cm zu liegen scheint.

Ich habe mir die Frage gestellt, welche Ziffer hier als die richtige verzeichnet werden müsse. Vom praktischen Standpunkte ohne Zweifel jene, welche mittels eines vollkommen reinen, trockenen Riechmessers gewonnen wurde. Allein vom theoretischen Gesichtspunkte muss man anders urteilen. Ebenso wie die späteren Aspirationen durch den an

der Innenwand des Rohres haftenden Riechstoff verstärkt werden, so wird in gleicher Weise die erste Aspiration durch dessen Condensation abgeschwächt. Wenn wir sagen, 1 cm eines 1 procentigen Kirschlorbeerwassers gäbe die Reizschwelle, so meinen wir hiermit eigentlich, dass die Luft, nachdem sie über 1 cm Länge eines mit 1 procentigem Kirschlorbeerwasser getränkten porösen Rohres gezogen, und nachdem sie den an dem ± 15 cm langen Riechrohre haftenden Riechstoff abgegeben hatte, eine solche Dampfdichtigkeit von Benzaldehyd besitzt, dass sie einen gerade noch merkbaren Geruchseindruck hervorbringt. Es handelt sich eben um die Kenntnis der Dampfdichtigkeit. Da man diese nicht unmittelbar bestimmen kann, so werden wir uns mit einer indirecten Messung begnügen müssen, von deren Resultat dann die gesuchte Dampfdichtigkeit eine Function ist. Durch die Adhäsion an der Innenwand des Riechrohres wird jedoch das Verhältnis zwischen beiden Ergebnissen beträchtlich complicirt. Es geht dadurch Riechgas verloren, welches dem Sinnesorgane nicht mehr zu gute kommt. Dieser Verlust ist größer bei der ersten Aspiration als bei den folgenden. Es dürfte daher theoretisch richtiger sein, die letzteren als Maßstab zu nehmen. Praktisch jedoch ergiebt sich die Schwierigkeit, dass mit jedesmalig aufs neue eingetauchten Cylindern die zweite Aspiration eine kleinere Cylinderlänge erheischt, als die erste, die dritte eine kleinere als die zweite, die vierte eine kleinere als die dritte u. s. w., während die zuletzt gefundenen Cylinderlängen immer weniger sich unter einander unterscheiden, aber man dessenungeachtet in Verlegenheit gerät, bei welcher Aspiration man aufhören müsse. Wartet man zu lange, so erzeugt das Riechrohr ohne olfactometrischen Cylinder einfach durch das Anhaften des Riechstoffes bereits eine Geruchswahrnehmung; hört man hingegen zu früh auf, so werden die nachfolgenden Aspirationen noch nicht gleichwertig sein.

Dr. C. Reuter stellte gleichfalls bezügliche Untersuchungen an[1]), worüber folgende Mitteilungen:

»Frau R. Rhinoskopischer Befund vollkommen normal; Atemflecke symmetrisch. Zur Untersuchung diente ein poröser, mit einer 2procentigen Lösung von Aqua amygdalarum amararum in Aqua destillata getränkter olfactometrischer Cylinder mit vollkommen trockenem Riechrohr.

Minimum perceptibile

bei der ersten Inspiration 0,9 cm

bei der zweiten Inspiration 0,7 cm.

---

1) Dr. C. Reuter, Beiträge zur Untersuchung des Geruchssinnes. Zeitschrift für klinische Medicin. Bd. XII. Heft 1 u. 2.

Benutzte ich nun ein sorgfältig gereinigtes, danach aber mit Aqua destillata befeuchtetes Riechröhrchen, so stieg das minimum perceptibile erheblich. Ich fand nunmehr:

bei der ersten Inspiration 1,5 cm
bei der zweiten Inspiration 1,2 cm[1]).

Es scheint mir unter diesen Umständen besser, die erste durch das vollkommen gereinigte, trockene Riechrohr gemachte Inspiration als Maßstab zu nehmen. Dies ist eine jedesmal aufs neue darstellbare Bedingung, welche man beliebig oft wiederholen kann. Man wird dann für genaue Bestimmungen eine Correction vornehmen, einen Teil der Cylinderlänge abziehen müssen, nämlich soviel als mit der Gesamtmenge des haftenden Riechstoffes übereinstimmt. Wir werden darauf am Schlusse dieses Abschnittes zurückkommen.

Ich stellte auch unmittelbar nach den oben erwähnten Bestimmungen mit 1procentigem Kirschlorbeerwasser einige Messungen mit 0,5procentiger Aqua Laurocerasi an, und fand in der That, dass der Cylinder ungefähr bis zur doppelten Länge, d. h. bis 2—2,5 cm herausgezogen werden müsse, um das minimum perceptibile zu schaffen. Dagegen gab ein mit 2procentigem Kirschlorbeerwasser getränktes Rohr die Hälfte der ursprünglich für die 1procentige gefundene Cylinderlänge, nämlich 0,5 cm. Dass die Verhältnisse für die 0,5-, 1- und 2procentigen Lösungen nicht vollkommen wie 2, 1 und 0,5 zu einander stehen, ist leicht erklärlich durch die Thatsache, dass die porösen Cylinder doch jederzeit noch etwas Erdgeruch beibehalten. Hierdurch wird ein Teil des Benzaldehydgeruches verhüllt (worüber des Weiteren in dem IX. Abschnitt) und zwar um so mehr, je nachdem der Cylinder über eine größere Länge herausgeschoben ist. Davon kommt es, dass bei schwachen Lösungen stets zu große Cylinderlängen gefunden werden, selbst dann, wenn der Erdgeruch unter der normalen Riechschwelle bleibt. Denn es bedarf

---

1) »Zu dem gleichen Ergebnis führte eine bei mir selbst im Anschluss an einen acuten Schnupfen vorgenommene Messung mit dem Ammoniak-Guttapercha-Cylinder.

»Linker Atemfleck etwas verkürzt.

»Ich fand bei vollständig getrocknetem Riechrohr Olfactus: links, bei der ersten Inspiration: $^1/_{37}$ (entspricht 1,5 cm Ammoniak-Guttapercha); bei der zweiten Inspiration $^1/_{35}$ (entsprechend 1,4 cm Ammoniak-Guttapercha). — Rechts: bei der ersten Inspiration $^1/_{30}$ (entsprechend 1,2 cm Ammoniak-Guttapercha); bei der zweiten Inspiration $^1/_{25}$ (entsprechend 1 cm Ammoniak-Guttapercha).

»Befeuchtete ich nunmehr das zuvor gereinigte Riechrohr, so erhielt ich einen viel kleineren Olfactus. Derselbe betrug: Rechts, bei der ersten Inspiration $^1/_{85}$ (entspricht 3,4 cm Ammoniak-Guttapercha); bei der zweiten Inspiration $^1/_{62}$ (entsprechend 2,5 cm Ammoniak-Guttapercha). — Links: bei der ersten Inspiration $^1/_{87}$ (entsprechend 3,5 cm Ammoniak-Guttapercha); bei der zweiten Inspiration $^1/_{67}$ (entsprechend 2,7 cm Ammonium-Guttapercha).«

keiner besonderen Erwähnung, dass der Erdgeruch, selbst wenn wir ihn nicht wahrnehmen, doch vorhanden sein und einen Teil des Geruches verhüllen kann. Eben weil gerade dieser störende Einfluss, wie gesagt, sich bei starken Lösungen in viel geringerem Maße bemerkbar macht, ziehe ich es vor, mich solcher mehr concentrierter Auflösungen zu bedienen, welche ich dann derart wähle, dass das minimum perceptibile eines normalen Sinnesorganes auf der groben Graduierung des Olfactometers ablesbar bleibt.

Diese stärkeren Lösungen besitzen noch einen anderen Vorteil. Durch die Abzüge, welche an den wirklich gefundenen Werten wegen der Adhäsion im Riechrohre vorgenommen werden müssen, wird die umgekehrte Proportionalität zwischen den Riechschärfen und den Cylinderlängen gestört. Genau genommen gilt es nur, nachdem die Correction statt gefunden, jede Cylinderlänge also um einen constanten Betrag für die Adhäsion im Rohr zu vermindern. Diese Correction wird weniger notwendig werden durch Verstärkung der Concentration des Riechstoffes, womit der poröse Cylinder getränkt. Ihre Bedeutung wird schließlich numerisch so gering, dass man sie ganz unberücksichtigt lassen kann. Auf diese Weise haben wir für die Riechmessungen eine Methode gefunden, welche »Präcisionsmessungen« wenigstens nahe kommt.

Wir fanden in dieser Beziehung empfehlenswert:

| | | |
|---|---|---|
| 1) | Baldriansäure . . . . . . | 1 : 10000 |
| 2) | Benzaldehyd . . . . . . | 2 % |
| 3) | Kirschlorbeerwasser . . . | 2 % |
| 4) | Essigsäure . . . . . . . | 2 % |

deren minimum perceptibile sich ergab:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1) | für 0,1 ‰ | Baldriansäure bei . . . . | 0,8 cm | Cylinderlänge |
| 2) | » 1 ‰ | Benzaldehyd bei . . . . | 0,4 cm | » |
| 3) | » 2 % | Kirschlorbeerwasser bei . | 0,5 cm | » |
| 4) | » 2 % | Essigsäure bei . . . . . | 0,5 cm | » |

Für eine Anzahl der Untersuchungen wird die absolute Intensität der Riecheindrücke in den Hintergrund treten, dagegen vergleichende Intensitäten an Wichtigkeit gewinnen. In diesem Falle gewähren die porösen Röhren als olfactometrische Cylinder gar keinen Vorteil. Ich bediente mich deren, weil sie mich in Stand setzen, Auflösungen von bestimmter Stärke einer chemisch reinen und bekannten Verbindung zu verwenden und dadurch einen einmal gebrauchten Riechreiz immer wieder aufs neue in vollständig gleicher Qualität und Intensität herstellen zu können.

Wir hatten uns um dieser Vorteile willen mit jenem einigermaßen weitläufigen Verfahren beholfen, sobald es sich jedoch nur um ver-

gleichende Bestimmungen handelte, liegt es auf der Hand, sich nach einfacheren Hilfsmitteln umzusehen. Dann kommen die olfactometrischen Cylinder aus festen Stoffen in Erwägung, von welchen wir in erster Reihe zwei genauer beschreiben wollen.

Ausgezeichnet eignet sich der Kautschukriechmesser für Versuche an normalen oder nahezu normalen Geruchsorganen. Schirmchen und Innenrohr sind ganz die gleichen wie jene bei den Riechmessern mit porösen Cylindern. Als Cylinder dient einfach ein Stück eines gewöhnlichen Kautschukschlauches, welcher eine Innenlichte von 8 mm haben muss, weil dies die von mir angenommene Normweite der olfactometrischen Cylinder ist. Sie sollen ferner ganz neu sein und dürfen nicht in der Nähe von riechenden Stoffen gelegen haben. Ein Rohr, welches, wenn auch nur ein einziges Mal zum Durchleiten von Leuchtgas, von Essigsäure- oder Ammoniakdämpfen gedient hatte, ist für immer unbrauchbar geworden und daher zu verwerfen. Man wähle unter den neuen Rohren ein solches, welches einen deutlich reinen Kautschukduft abgiebt. Nicht so sehr in Hinsicht auf die Qualität, als auf die Intensität des Geruches wird man die Unterschiede bemerken, welche nach meinem Dafürhalten größtenteils mit der Neuheit und Geschmeidigkeit zusammenhängen. Hat man einen geeigneten Schlauch gefunden, so schneide man ein genau 10 cm langes Stück ab und schiebe dies in ein Glasrohr, in welches dessen Umfang genau hineinpasst. Das Glasrohr wird schließlich mit dem Kautschuk gleich abgeschnitten. Auf diese Weise wird der olfactometrische Cylinder hergestellt. Anfangs hatte ich eines der Enden des als Hülle dienenden Glasrohres durch Schmelzen ein wenig zu verengern versucht, um das abgeschnittene Ende des Kautschuk mit einem schmalen Glasrand zu bedecken. Ich that dies in der Absicht zu verhindern, dass die in den Cylinder eingesogene Luft vorher mit Kautschukgeruch geschwängert werde. Bald ergab es sich aber, dass diese Complication nur so lange bestehe, als der Cylinder neu ist. Das freie abgeschnittene Ende verliert den Kautschukgeruch, sobald es einige Zeit lang in Gebrauch gewesen, weil es fortwährend mit der Außenluft in Berührung ist. Hierin liegt zugleich eine Warnung, den Riechmesser stets eingeschoben zu bewahren, in welchem Falle der Kautschuk nur wenige Secunden während eines Versuches der Luft ausgesetzt wird, sonst jedoch, wenn nicht im Gebrauch, wird der Kautschuk beständig durch das Innenrohr hermetisch abgeschlossen sein, und es kann dann nicht befremden, wenn er Jahre lang seine Riechstärke behält. Ich besitze einen Riechmesser, den ersten von meinem Gehülfen aus Kautschuk verfertigten, welcher jetzt nach sechs Jahren für das minimum perceptibile bei normalen Geruchsorganen dieselben Werte anzeigt wie im Jahre 1888. Dieser Olfactometer wird zu Zeiten täglich benützt, da

ich mich dessen stets zur Prüfung meiner eigenen Riechschärfe, ehe ich einen Versuch anstelle, bediene. Im Ganzen dürfte der Kautschuk dabei wohl nur einige hundert Secunden der Luft ausgesetzt gewesen sein und während der langen Pause zur Erzeugung des Geruches der oberflächlichen Schichten aus den tieferen hinlänglich Gelegenheit bestanden haben. Allein darin ist die Schwierigkeit nicht zu suchen. Die Gefahr für solche Riechmesser entsteht vielmehr durch die Aufnahme und das Festhalten von Gerüchen aus der Umgebung. Schon aus dieser Ursache allein muss er eingeschoben aufbewahrt werden. Überdies lege ich vorsichtshalber niemals das Instrument in ein geschlossenes Etui oder in einen Schrank, in welchem doch immer der eine oder der andere Geruch vorherrscht, sondern setze es frei auf einen an der Wand angebrachten Bord.

Das minimum perceptibile für ein normales Geruchsorgan liegt bei solchen Kautschukriechmessern gewöhnlich auf ungefähr 1 cm, um ein Geringes mehr oder weniger je nach der Art des Kautschuks, aus dem der Apparat zusammengesetzt wurde. Wärme und Kälte haben allerdings einigen, jedoch keinen namhaften Einfluss. So fand ich z. B. bei mir selbt das minimum perceptibile auf 0,7 cm des Kautschukriechmessers, als die Stubentemperatur in diesem Augenblicke 13° C. betrug. Ich bedeckte dann den olfactometrischen Cylinder mit einem Eismantel, wodurch dieser bis auf Null Grad abgekühlt wurde, und fand unter diesem Umstande das minimum perceptibile erst auf 3,5 cm. Die Riechkraft des Kautschuks war demnach fünfmal geringer geworden. Nachdem ich darauf das Eis entfernt hatte, fand ich abermals, wenn auch nicht genau, doch nahezu den früheren Wert, nämlich 1 cm. Offenbar hatte der Kautschuk die Stubentemperatur noch nicht vollkommen angenommen.

Ich erwärmte hierauf den Cylinder mittels eines mit warmem Wasser gefüllten Mantels. Das minimum perceptibile schien nun bei 16° C. auf 0,7 cm, bei 30° C. auf 0,6 cm zu liegen. Ich fand also einen äußerst geringen Unterschied zwischen dem minimum perceptibile bei gewöhnlicher Stubentemperatur und jenem bei 30° C. Dieser zufälligen Eigenschaft des Kautschuks, nämlich der Unempfindlichkeit gegen Temperaturunterschiede zwischen 13° und 30° C., ist es vermutlich zuzuschreiben, dass die Kautschukriechmesser so außerordentlich für Normalolfactometer geeignet sind. Sie sind leicht zu reinigen, denn der Kautschuk haftet nur in geringem Maße am Glase; es wird gewöhnlich genügen, sie ein paarmal durchzublasen, oder, sollte dies nicht hinlänglich sein, sie mit hygroskopischer Watte auszuwischen. Misstraut man dennoch der Reinheit, so durchspüle man sie mit einem Wasserstrahle, wonach die absolute Geruchlosigkeit nicht länger zweifelhaft sein wird. Zur Vermeidung der Notwendigkeit, dieses Verfahren mehrmals wiederholen zu müssen, dürfte

es zweckdienlich sein, die ausgewaschenen und getrockneten Innenröhren etwas zu erwärmen, da mich die Erfahrung lehrte, dass trockene Röhren in geringerem Maße der Adhäsion der Gerüche unterworfen sind, als feuchte.

Es wird in vielen Fällen wünschenswert sein, über einen Olfactometer mit einem festen Riechstoffe, welcher einen bedeutend stärkeren Geruch abgiebt, verfügen zu können. Ich bediene mich zu diesem Zwecke gewöhnlich, wie ich bereits im vorigen Abschnitte bemerkt habe, eines Riechmessers, dessen olfactometrischer Cylinder aus einem gleichteiligen Gemenge von Guttapercha und Gummi-Ammoniacum besteht. Man schmelzt zur Anfertigung solcher Cylinder beide Pflanzensäfte zusammen und gießt die Mischung in eine weite Glasröhre, deren unteres Ende mit einem Kork geschlossen ist. Schon vorher trage man Sorge, diesen untersten Pfropf mit einem Bohrloche zu versehen, durch welches ein metallenes oder gläsernes Stäbchen von genau 8 mm Dicke gesteckt wird. Man entfernt später nach erfolgter Abkühlung der Masse sowohl Stäbchen als Kork und besitzt dann einen Cylinder von dem erforderten Caliber, welcher überdies noch mit einer gläsernen Hülse versehen und also unmittelbar zu olfactometrischem Cylinder geeignet ist. Er wird an den Enden in einer Länge von 10 cm glatt abgeschliffen. Der Geruch eines solchen Cylinders erinnert an jenen von Süßholz (Lakritzensaft: Succus Liquiritiae) und hat eine so starke Intensität, dass ein normales Geruchsorgan bereits einen Riechreiz empfängt, ehe der Cylinder noch nicht ganz 1 mm vorgeschoben ist.

Dr. Reuter hat zur Zeit, als er die respiratorischen Anosmien untersuchte, das Verhältnis zwischen seinen Kautschuk- und Ammoniacum-Guttapercha-Riechmessern berechnet[1]) und fand, dass letztere bei gleicher Cylinderlänge einen 25 mal stärkeren Riecheindruck auslösten als jene von Kautschuk. Diese Ziffer dürfte allerdings für Riechmesser von verschiedenen Fabrikaten sich einigermaßen verschieden gestalten. So gelangte ich bereits während der ersten Zeit meiner Riechmessungen zur Abschätzung eines Centimeters Kautschuk als gleichwertig einem 0,03 cm Ammoniacum-Guttapercha. Dr. Reuter's Berechnungen beruhen jedoch auf einer viel größeren Anzahl von Beobachtungen. Er erhielt seine Zifferwerte aus der Zusammenstellung sämtlicher bei seinen Kranken gewonnenen Ergebnisse, durch die Berechnung des Durchschnittsverhältnisses. Wenn daher irgend ein Geruchsorgan in einen Zustand gerät, dass das minimum perceptibile auf $1/2$ cm des Ammoniacum-Guttapercha fällt, so folgt daraus, dass aus einem Kautschuk-Riechmesser in diesem Falle keine Geruchswahrnehmung stattfinden kann, da 10 cm des Kautschuks

1) Zeitschrift für klinische Medicin. Bd. XXII.

unter der Riechschwelle bleiben. Dagegen wird ein Geruchsorgan, dessen minimum perceptibile einem Drittelcentimeter des Ammoniacum-Guttapercha entspricht, den Kautschukduft noch eben wahrnehmen können, wenn der Cylinder ganz ausgeschoben ist, weil 10 cm des Kautschuks 0,4 cm des Ammoniacum-Guttapercha entsprechen. Diese Bemerkungen gelten jedoch nur für solche Olfactometer, welche bereits einige Zeit vorher verfertigt wurden, denn man geht von der Voraussetzung aus, dass dann das freie abgeschnittene Ende keinen erheblichen Geruch mehr abgebe. Dies ist erst der Fall, wenn die andauernde Einwirkung der freien Luft die Schnittflächen geruchlos gemacht hat.

Es ist selbstverständlich, dass Olfactometer aus Ammoniacum-Guttapercha für normale oder fast normale Geruchsorgane unbrauchbar sind. Ich schliff daher, um damit dennoch wenigstens annäherungsweise Bestimmungen zu ermöglichen, eines der Enden in einem Winkel von 45° ab, wodurch die vorgeschobene riechende Oberfläche beträchtlich verkleinert wurde. Da jedoch gleichzeitig der Luftzutritt sich ändert, so erlaubt dieser Kunstgriff nur mehr eine rohe Schätzung, welche indessen als ein Fingerzeig für weitere Untersuchungen dienen kann. Es muss also das gerade abgeschnittene Ende bei jeder genauen Messung benutzt werden.

Ebenso wenig als bei dem Kautschuk-Riechmesser wird hier eine dichtere Abschließung des nach dem Schirmchen gerichteten Cylinderendes nötig sein, weil bei zweckentsprechend hergestellten Instrumenten die olfactometrischen Cylinder und die Riechröhrchen genau ineinander passen und kein Zwischenraum zwischen beiden offen bleibt.

Man kann Riechmesser von noch größerer Intensität als jene aus Ammoniacum-Guttapercha verfertigen, wenn man die Moschuswurzel (Radix Sumbul) für den olfactometrischen Cylinder verwendet. Es ist zwar nicht leicht, diese veraltete Droge in hinreichend großen Stücken zu finden. Gelingt dies, so bohrt man mit einem Korkbohrer 8 mm weite Öffnungen in die Wurzel und schiebt die durchlöcherten Stücke in ein weites Glasrohr und vereinigt sie auf diese Weise zu einem olfactometrischen Cylinder von 10 cm. Ich pflege die beiden Enden mit einer kupfernen Hülse zu schließen, um das Herausfallen der Stücke zu verhindern. Der Geruch eines solchen Riechmessers erinnert einigermaßen an Moschus, ohne jedoch damit vollkommen übereinzustimmen. Reuter schätzte dessen Intensität bei den Untersuchungen über respiratorische Anosmien auf 5 mal stärker als jene des Ammoniacum-Guttaperchas[1]. Ein Riechorgan, dessen minimum perceptibile $2^1/_2$ cm der Moschuswurzel entspricht, wird also mit einem Olfactometer aus Ammoniacum-

1) Zeitschrift für klinische Medicin. Bd. XXII.

Guttapercha keinerlei Geruch wahrnehmen können. Ein Sinnesorgan jedoch, dessen Reizschwelle bei $1\frac{1}{2}$ cm der Moschuswurzel liegt, wird hingegen den Geruch des Ammoniacum-Guttaperchas bereits einigermaßen erkennen können.

Einen noch viel intensiveren Reiz ist man im Stande, mittels eines einfach aus Hammeltalg gebildeten Riechmessers hervorzurufen, worüber jedoch bislang genaue Bestimmungen mangeln. Dieser Stoff zählt, soweit meine Erfahrungen reichen, zu den allerintensivsten festen Riechstoffen, welche sich zu Olfactometern verarbeiten lassen.

Wenn es sich um Messungen von Sinnesorganen handelt, welche eine so bedeutende Abstumpfung zeigen, dass sogar der Talg-Olfactometer keinen Eindruck hervorzurufen vermag, dann scheint es praktisch, zu porösen, mit irgend einem starken Riechstoff getränkten Cylindern Zuflucht zu nehmen. Bequemer als poröse Cylinder sind für diesen Zweck zuweilen Glasröhren von 9 mm im Lichten, deren Innenfläche mit dickem Löschpapier ausgekleidet ist. Man lässt ein ätherisches Öl, z. B. Oleum Caryophyllorum, durch das Löschpapier aufsaugen, indem man das untere Ende des Cylinders in ein das Nelkenöl enthaltendes Uhrglas setzt, und stellt auf diese Weise einen ausgezeichneten improvisierten Riechmesser dar. Wir experimentierten also mit Riechmessern aus festen Stoffen, deren aufsteigende Intensitätsreihe folgende ist:

Kautschuk,
Ammoniacum-Guttapercha,
Moschus,
Hammeltalg.

Wir wollen den ersten als einen Riechmesser von geringer Stärke, den zweiten und dritten Olfactometer von mittlerer Stärke und den vierten von bedeutender Stärke bezeichnen.

Ich benutzte außerdem noch verschiedene andere olfactometrische Cylinder.

Unter den schwachen Riechmessern sei z. B. eines Olfactometers erwähnt, dessen Riechstoff aus Juchtenleder gebildet ist. Dieses Leder verdankt seinen Geruch dem Sandelholz, womit es gegerbt ist, und dem empyreumatischen Öle der Birkenrinde, welches gleichfalls zur Lederbereitung dient. Eigentlich ist also ein solches zusammengerolltes Stück Leder den von uns verwendeten porösen Röhren vollkommen analog, nur mit dem Unterschiede, dass es nicht mit einer wässerigen Lösung, sondern mit einem ätherischen Öle getränkt ist, dessen Übermaß entfernt wurde. Die zu meinen Versuchen benutzte Art Leder giebt erst bei ungefähr 2,5—3 cm Cylinderlänge einen deutlich erkennbaren Geruchseindruck. Andere Arten werden natürlich andere Zifferwerte zeigen,

obwohl sie in der Regel den Kautschuk an Riechkraft nicht übertreffen werden.

Zur Zusammenstellung eines anderen schwachen Riechmessers dienen auch olfactometrische Cylinder aus dem Paraffin, welches die Histologen zum Einbetten der Präparate verwenden. In diesem Falle wird man das minimum perceptibile auf $^{1}/_{2}$—1 cm finden. Durch Erwärmen der geschmolzenen Masse während längerer Zeit wird jedoch die Riechkraft bedeutend zunehmen, sogar so sehr, dass die Intensität mehr mit jener des Ammoniacum-Guttapercha übereinstimmt und man z. B. bereits auf $^{1}/_{2}$ mm den charakteristischen Paraffinduft wahrnehmen kann. Dieser Geruch dürfte in diesem Falle den Zersetzungsproducten zugeschrieben werden müssen, da das Paraffin als solches, als eine reine Kohlenwasserstoffverbindung, geruchlos ist.

Man erhält eine vierte Art schwacher Riechmesser aus einem mit Palisanderholz gefütterten Glasrohr. Solche Cylinder, wenn neu verfertigt, besitzen eine einigermaßen stärkere Riechkraft als jene aus Kautschuk, da aber das Caliber auf die Dauer infolge des Schrumpfens des Holzes weiter wird und daher der Cylinder nicht mehr abgeschlossen aufbewahrt werden kann, so wird die Intensität allmählich abnehmen. Cederholz dagegen liefert einen fünften schwachen Riechmesser, welcher ziemlich vollständig seine Riechkraft bewahrt und von jener des Kautschuks sich nicht bedeutend unterscheidet. Er ruft, außer einem Riecheindrucke im engeren Sinne, zugleich eine eigentümliche Reizwirkung hervor, welche wahrscheinlich von den sensitiven Nerven am Eingange der Nasenhöhle ausgeht, wodurch eine gemischte Empfindung entsteht, daher die Cederholzcylinder für stichhaltige Riechversuche nicht so zweckmäßig sind als andere Stoffe. Benzoeharz giebt eine sechste Art schwacher Riechmesser, welche jedoch echte und vollkommen reine Riecheindrücke hervorrufen. Dieses Harz wird einfach geschmolzen und in der bekannten Form gegossen. Dr. Reuter stellte über deren Riechkraft sorgfältige Messungen an und fand sie 14 mal stärker als jene des Kautschuks. Diese Ziffer scheint mir einigermaßen zu hoch angeschlagen. Von einem so geübten Beobachter dürfen wir nicht annehmen, dass das starke Adhäsionsvermögen des Benzoegeruches an das Glas zu einer kleinen Störung Veranlassung gegeben hat. Wahrscheinlich ist es daher, dass die Temperatur der Umgebung nicht unbeteiligt gewesen sei, da diese für den fraglichen Stoff von ziemlich bedeutendem Einfluss ist und Dr. Reuter's Messungen während des Sommers, meine eigenen hingegen im Winter vorgenommen wurden. Nach diesen Winterbestimmungen dürfte die Riechkraft des Benzoeharzes mehr jener des Kautschuks nahe kommen.

Als Riechmesser mittlerer Stärke sei in erster Reihe ein solcher

von Tolubalsam genannt. Dieser Balsam wird einfach geschmolzen und in die erforderliche Form gegossen. Die Riechkraft ist ziemlich bedeutend und reiht sich ungefähr zwischen jene von Kautschuk und von Ammoniacum-Guttapercha.

Ein Riechcylinder von beiläufig derselben Intensität wird aus Cacaobutter verfertigt. Dieser hat aber die Eigentümlichkeit, einen Fettgeruch zu geben, wenn er nur um ein Geringes, z. B. 1 mm, den Cacaoduft hingegen, wenn er auf 2 mm ausgeschoben wird. Offenbar ist da der Cacaogeruch aus dem vordersten Stücke verdampft.

Einen Riechmesser von etwas geringerer Stärke erhält man aus geschmolzenem und in Cylinderform gegossenem gelbem Wachs. Es giebt gleichwohl keinen Stoff, wenigstens in der Reihe der von mir zu Versuchen verwendeten, der so sehr den Temperatureinflüssen unterworfen wäre. Ich habe bereits im zweiten Abschnitte erwähnt, dass gelbes Wachs bei gewöhnlicher Stubentemperatur zweimal stärker riecht, als beim Gefrierpunkte. Der Geruch selbst erinnert an den des Honigs, haftet stark am Glase und veranlasst bald Ermüdung in dem Sinne, dass nach einigen schnell aufeinander folgenden Bestimmungen die Reizschwellen rasch größer werden. Der einzige Vorteil ist der feine, allgemein bekannte Geruch, der einen reinen, von Gefühls- und Geschmacksempfindungen vollkommen freien Eindruck erzeugt.

Riechmesser von sehr großer Intensität stellte ich nebst jenen aus Hammeltalg aus Muskatbutter und aus Asa foetida her. Mit diesen beiden Stoffen ist man wirklich im Stande, sehr kräftige Riecheindrücke zu erzielen, welche auf normale Geruchsorgane bereits bei minimaler Cylinderlänge äußerst energisch wirken. Die Muskatbutter erzeugt, so wie das Cederholz, nebst dem Riecheindruck außerdem noch eine sensible Empfindung, welche unzweifelhaft von den Trigeminusenden herrührt.

Ein anderer echter Riechstoff, jedoch keine Nebenempfindungen hervorrufend, von überraschend großer Intensität ist das Scatolholz, dessen Geruch nebenbei die Eigenschaft hat, in so hohem Maße ekelerregend zu sein, dass seine Intensität noch bedeutend stärker zu sein scheint, als es wirklich der Fall ist. Auch hiervon wird man nach Wahl einen Riechmesser herstellen können, obwohl man nicht außer Acht lassen darf, dass er bei unvollkommenem Luftabschlusse sehr bald an Kraft verlieren wird.

| Schema. | Typen. | Varianten. |
|---|---|---|
| Schwache Riechmesser | Kautschuk | Juchtenleder<br>Paraffin<br>Palisanderholz<br>Cederholz<br>Benzoe |
| Mittelkräftige Riechmesser | Ammoniacum-Guttapercha | gelbes Wachs<br>Cacaobutter<br>Tolubalsam |
| | Radix Sumbul | gekochtes Paraffin |
| Sehr kräftige Riechmesser | Hammeltalg | |
| | | Asa foetida |
| | mit Nelkenöl getränktes Löschpapier | Muskatbutter<br>Scatolholz. |

Ich pflege die in diesem Schema verzeichneten Riechmesser immer in Bereitschaft zu halten, und verfüge demnach über eine Auswahl sowohl qualitativ als quantitativ verschiedener Riechquellen. Überdies kann ihre Anzahl nach Belieben noch durch poröse, mit verschiedenen Lösungen getränkte olfactometrische Cylinder vermehrt werden. Letztere können jedoch nicht in jedem Augenblicke vollzählig zur Hand sein. Am vorteilhaftesten für vergleichende Untersuchungen und für Combinationen von Gerüchen sind also die festen Riechstoffe.

Behufs des rascheren und bequemeren Wechselns der Qualitäten versuchte ich einen nach Art eines Revolvers aus verschiedenen olfactometrischen Cylindern zusammengestellten Riechmesser. Zu diesem Zwecke benutzte ich vier feste Riechstoffe mittlerer Stärke: Palisanderholz, Wachs, Tolubalsam und Ammoniacum-Guttapercha, aus welchen die Cylinder auf gewöhnliche Weise verfertigt, je an ein Riechrohr aufgeschoben und zu einem Bündel vereinigt wurden. Diese vier Riechröhren stellten gleichsam die zu einem dickeren, kurzen Cylinder zusammengefügten Läufe eines Revolvers dar, welcher sich um eine Achse senkrecht zum olfactometrischen Schirmchen dreht. Eine Vierteldrehung bewerkstelligt jedesmal das genaue Einstellen eines Riechrohrs vor ein kürzeres Nasenstück, das durch das Schirmchen gesteckt ist. Wurde das Cylinder-Bündel nach vorne gezogen, so wurde zugleich auch jeder der vier Cylinder mehr oder minder entsprechend von seinem Riechrohre abgeschoben, und ich konnte also auf gewöhnliche Weise nach Bedarf die Intensitäten verändern. Obwohl die Riechstärken nicht namhaft verschieden waren (der Palisanderholzcylinder war ganz frisch gedrechselt),

so schienen mir dennoch die Intensitätsunterschiede zu groß, um besonderen Vorteil von dieser Einrichtung ziehen zu können. Durch Verengerung des vordersten Lufteinganges, jenes nämlich vorne am offenen Cylinderende, können wir, jedesmal der bezüglichen Intensität entsprechend, diesem Übelstande zu begegnen trachten und dieses mit ziemlichem Erfolge. Ich machte jedoch niemals praktische Anwendung von dem Revolver-Riechmesser, zweifle aber keineswegs, dass dies mit einiger Vorsicht[1]) sicherlich gelingen dürfte und für die Lehre der specifischen Energien förderlich sein werde. Ich halte den Umstand, dass der Geruch der festen Riechstoffe sich meistens chemisch nicht definieren lässt, zwar im gegenwärtigen, aber nicht in einem späteren Stadium der Olfactologie für eine Schwierigkeit.

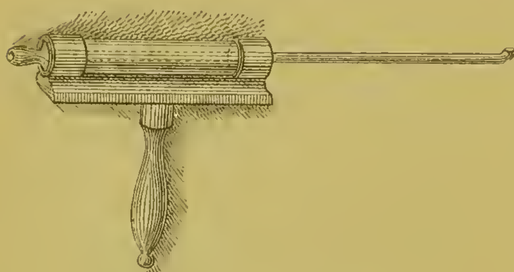
Wir beschäftigten uns bisher stets nur mit der Messung der Schärfe des Geruchssinnes durch die Reize, welche auf gewöhnliche Weise mit einer Einatmung zur Sinnesschleimhaut gelangen. Wir haben jedoch im V. Abschnitte nachgewiesen, dass es auch ein gustatorisches Riechen giebt, d. h. ein Riechen, das eine Componente des Kostens oder Schmeckens ist, wobei die Gerüche durch das Ausatmen aus dem Pharynx in die Nasenhöhle geleitet werden. Es kann unter gewissen Umständen das Bedürfnis entstehen, auch in dieser Beziehung das Vermögen unseres Sinnesorganes zu messen. Ich machte zu diesem Zwecke folgende Modification an meinem Riechmesser. Es wird eine Röhre von 5 mm im Lichten und von 20 cm Länge an einem Ende gerade abgeschnitten und am entgegengesetzten Ende eine seitliche endständige Öffnung angebracht. Man erhält letztere, indem man das lange Rohr, woraus das 20 cm-Stück zu nehmen ist, rechtwinkelig biegt und an dieser Stelle abschneidet, in der Weise, dass die Schnittfläche in der Richtung des weiter verwendeten Teiles und zugleich senkrecht auf den wegzuwerfenden Teil zu stehen kommt. Dann entsteht von selbst eine endständige und seitliche Öffnung. Dieses lange Rohr wird mit nach aufwärts gerichteter seitlicher endständiger Öffnung über einen Türk'schen Zungenspatel, ohne die Uvula zu berühren, in den Rachen geführt. Der Untersucher bläst dann mit dem Munde oder mittels eines Gasbehälters mit sehr geringer Stromgeschwindigkeit die mit Riechgas geschwängerte Luft in den Pharynx. Unterdessen atmet die Versuchsperson ruhig fort und führt mit jedem Atemzuge das eben eingeblasene Riechgas durch die Choanen in die Nasenhöhle. Die Versuchsperson kann, wenn gewillt, beim Ausatmen das Durchblasen selbst besorgen, indem sie ein gekrümmtes Röhr-

1) Es ist z. B. zu empfehlen, das kurze, gemeinschaftliche Riechrohr öfters mit Watte zu reinigen, um den etwa anhaftenden Geruch, welcher Compensationen veranlassen könnte, zu entfernen. Dazu ist es notwendig, dasselbe leicht abnehmen zu können.

chen in eines ihrer eigenen Nasenlöcher einführt und es mit der Einblaseöffnung verbindet.

Es wird sich nun darum handeln, die Menge des Riechgases zu dosieren, was auf folgende Weise geschieht. Wie aus der Abbildung (Fig. 13) zu ersehen, wird das lange Riechrohr in einer Handhabe befestigt. Der Befestigungspunkt liegt gerade in der Mitte des Riechrohrs, so dass sie nach der dem Munde der Versuchsperson abgewendeten Seite 10 cm frei vorragt. Über dieses 10 cm lange Stück schiebt sich ein olfactometrischer Cylinder, durch welchen die Luft, ehe sie in das lange Rohr eintritt, streichen muss. Der olfactometrische Cylinder ist zu diesem Zwecke in eine einfache gläserne Einrichtung hineingelegt, wie aus der Abbildung ersichtlich. Ich schlage für diesen kleinen Apparat den Namen »gustatorischer Riechmesser« vor. Seine Anweisungen sind allerdings nicht sehr genau, denn es ist schwierig, den Einblasedruck constant zu erhalten, was geboten ist, wenn der angewendete Riechreiz einigermaßen der Länge, auf welche der olfactometrische Cylinder vorgeschoben, proportional sein soll. Doch wird man im Stande sein, mit diesem Instrumente einigermaßen bedeutende Verschiedenheiten sehr gut zu entdecken. Auch lassen sich nach Bedarf noch viele Verbesserungen anbringen. Hier haben wir nur die Absicht, das Princip zu erwähnen. Man kann in den gustatorischen Riechmesser alle oben besprochenen olfactorischen Cylinder, sowohl die aus festen Riechstoffen, als jene aus porösen Röhren, einlegen und verwenden.

Fig. 13.



Gustatorischer Riechmesser,
d. h. ein Riechmesser, welcher geeignet ist, die Geruchsschärfe für durch die Choanen in die Nase gelangenden Gerüche zu messen.

Wir haben nun noch den allgemeinen Gang einer olfactometrischen Untersuchung übersichtlich zu schildern. Wir setzen dabei voraus, dass der Riechmesser vollkommen in Bereitschaft gestellt sei, nämlich falls er aus einem porösen Rohre besteht, der Cylinder getränkt, flüchtig abgetrocknet und mit einer Glashülse versehen; falls er aus einem festen Riechstoffe verfertigt, sorgfältig gereinigt worden ist. Die erste Aufgabe wird dann sein, die Versuchsperson durch einen deutlichen, jedoch nicht maximalen Riechreiz mit der wahrzunehmenden Geruchsqualität bekannt zu machen. Darauf schwächt man sehr allmählich diesen Reiz ab, bis man sich dem minimum perceptibile nähert. Sobald man die Lage der Reizschwelle ungefähr ermittelt, wird der Riechmesser gereinigt und

betreffenden Falls der olfactometrische Cylinder in die zu prüfende Lösung getaucht. Dann wiederholt man die Riechschärfebestimmung, von der Cylinderlänge ausgehend, welche man als die der Reizschwelle entsprechende annimmt. Auf diese Weise wird diese näher präcisiert; dann folgt abermaliges Reinigen und nötigenfalls wiederholtes Eintauchen des Cylinders, und endlich eine Schlussbestimmung, indem man von den schwachen Reizen beginnend zur wirklichen Reizschwelle aufsteigt. Dabei erweist es sich ungemein praktisch, abwechselnd den Riechmesser in die vordere und in die hintere Hälfte des Nasenloches einzuführen, um die minimale Geruchswahrnehmung mit einer absolut geruchlosen Aspiration zu vergleichen. Ich nahm bislang bei meinen Versuchen immer den schwächsten mit der ihm eigentümlichen Qualität wahrgenommenen Riechreiz als die wirkliche Reizschwelle an. Es ist selbstsprechend, dass man als solche auch den Reiz bezeichnen kann, welcher in 50 % der Fälle gut, und in 50 % gar nicht wahrgenommen wurde; vorläufig jedoch gab ich den erstgenannten Grenzwerten den Vorzug.

Es bedarf keiner besonderen Bemerkung, dass man vor einer olfactometrischen Messung, wie die eben beschriebene, sich von dem normalen Zustand der Nasenhöhlen überzeugen soll. Zu diesem Zwecke lasse man die Versuchsperson die Nase schneuzen, und bringe dann deren Atemflecken auf einer polierten Metallfläche zur Anschauung. Zeigen diese die normale Spaltung, verschwinden sie überdies allmählich und symmetrisch, so darf man vorläufig die Nasenhöhle als normal betrachten. Wenn aber die Spaltung fehlt oder eine einigermaßen deutliche Asymmetrie bemerkbar wird, so müssen die vordere und hintere Rhinoskopie nähere Aufklärung verschaffen.

Wenn die Versuchsperson während der Untersuchung zufällig einen maximalen Riechreiz erleidet, so lasse man sicherheitshalber eine Unterbrechung von einigen Minuten eintreten, um die Gefahr der Abstumpfung durch Ermüdung zu beseitigen. Falls aber die Reize die Reizschwelle nur in geringem Maße überschreiten, so wird diese Vorsichtsmaßregel überflüssig sein, weil die für das Ablesen der Scala des Riechmessers, und zum Reinigen des Instrumentes benötigte Zeit dem Sinnesorgane hinreichende Ruhe verschaffen.

Endlich haben wir noch eine Hauptbedingung zu beachten, welche bei jeder olfactometrischen Bestimmung unbedingt erfüllt werden muss, nämlich die vollkommene Geruchlosigkeit des Untersuchungslokales. Wenn die Wände mit Vorhängen u. s. w. bekleidet sind, darf darin des Tages zuvor nicht geraucht worden sein. Parfums oder riechende Chemikalien müssen in gut verschlossenen Flaschen oder Büchsen aufbewahrt werden. Der Eintritt zufälliger Gerüche aus Nebengemächern oder von außen muss durch guten Verschluss des Gemaches verhindert werden.

Wenn auch nur eine einzige dieser Bedingungen vernachlässigt wurde, so werden die angestellten Bestimmungen nur einen provisorischen Wert haben.

Nach beendigter Messung tritt uns die Frage entgegen, wie wir uns bezüglich der Berechnung der Correctionen zu verhalten haben.

Die wichtigste Correction betrifft die Adhäsionen an den Wänden des Riechrohrs. Es kann von einer solchen Correction nur bei der ersten Aspiration die Rede sein, welche durch ein vollkommen reines, trockenes Riechrohr stattfindet. Auch ist sie fast nur bei einem Olfactometer ausführbar, dessen Cylinder aus einem porösen, mit einer Riechstofflösung getränkten Rohre besteht. In diesem Falle wird die Correction auf folgende Weise berechnet. Man denke sich den Riechstoff bis zu dem Grade verdünnt, dass die Reizschwelle des Beobachters gerade auf 10 cm Cylinderlänge fällt, d. h. dass die Luft, welche über 10 cm des frisch aus der Riechlösung herausgenommenen Cylinders strich, das minimum perceptibile des Geruches anzeigt, nachdem sie durch das Riechrohr gezogen, dessen Länge 15 cm beträgt. Die von dem Cylinder abgegebenen riechenden Moleküle wurden also um den Betrag jener Teilchen vermindert, welche infolge ihrer Adhäsion an den Glaswänden des Riechrohrs haften geblieben. Wenn man daher das Riechrohr kürzer macht, wird weniger Riechstoff hinreichen, da der Verlust geringer ist. Es ist zweckmäßig, das Riechrohr auf eine Länge von 5 cm zu beschränken, also den gekrümmten, an dieser Seite des Schirmchens befindlichen Abschnitt. In diesem Falle bleibt die Art und Weise des Riechens am Riechmesser unverändert, aber die Luft streicht nach Schwängerung mit Riechteilchen durch eine Röhre von 5, anstatt von 15 cm Länge. Schiebt man den noch übrig gebliebenen Teil des Riechrohrs um ein geringes durch das Schirmchen hinein, so dass ein paar Millimeter hervorragen, so wird es nicht schwierig sein, den olfactometrischen Cylinder über dieses vorstehende Stückchen gehörig schließend anzupassen. Man verringert dann vorsichtig durch Einschieben eines Glasrohrs die Länge des porösen Cylinders um gerade so viel, dass das minimum perceptibile entsteht. Der Unterschied zwischen der nun gewonnenen Länge und der ursprünglichen von 10 cm giebt die gesuchte Correction. Denn es ist klar, dass die Modification, die man an der Cylinderlänge anbringen kann, welche die Reizschwelle anzeigt, auf Rechnung der nun ausbleibenden Adhäsion an der Innenwand des 10 cm langen Riechrohres zu stellen sei. Die Adhäsion längs des ganzen Riechrohres wird $1\frac{1}{2}$ mal größer sein.

Man wird solche Berechnungen ebenfalls für Verdünnungen anderer Gerüche anstellen können. Die der Reizschwelle entsprechende Cylinderlänge kann z. B. auch 7, 5 und 3 cm betragen. Dennoch ist in diesen

Fällen, da die Concentration größer, auch das der Adhäsion entsprechende Cylinderstück verhältnismäßig kleiner. Dann wird das Ablesen aber schwieriger sein. Darum geben bis auf 10 cm Reizschwelle verdünnte Lösungen die genauesten Correctionsberechnungen.

Die Adhäsionscorrection für aus festen Riechstoffen verfertigte Riechmesser ist viel schwieriger. Die Reizschwelle des normalen Sinnesorganes findet sich dann meistens auf 1, 2 mm, höchstens auf 1 cm. (Vergl. die vorher angegebenen Beispiele.) Bei der relativen Größe der Scalen unserer Olfactometer wird es dann beinahe unmöglich sein, die durch das Wegfallen der Adhäsion sich ergebenden Veränderungen abzulesen. Glücklicherweise ist die Correction in diesen Fällen von viel geringerer Bedeutung und wird nur dann wieder Berücksichtigung verdienen, wenn es sich darum handelt, die Reizschwelle eines kaum abgestumpften Sinnesorgans zu bestimmen. Dann wird man nach Bedürfnis die soeben beschriebene Methode anwenden können. Sollten sich hingegen Schwierigkeiten ergeben, so bleibt noch ein anderer Ausweg offen.

Man ermittle an einem Olfactometer von sehr starkem Geruche die Reizschwelle bei einem normalen oder anomalen Sinnesorgane, entferne dann schnell den olfactometrischen Cylinder und reinige das Riechrohr an der Außenseite mit einem nassen Handtuche, trockne es sorgfältig ab und schiebe einen Kautschukcylinder darüber, dessen Reizschwelle man nun bestimmt. Es werden sich in dem durch den Olfactometer ziehenden Luftstrome zwei Gerüche vermengen: 1) der ursprüngliche, im Rohre haften gebliebene Geruch, und 2) der neu zugeführte Kautschukduft. Es findet dabei eine Compensation statt, von welcher in einem folgenden Abschnitte die Rede sein wird. Wir werden dann erfahren, dass bei einer solchen Compensation bestimmte Verhältnisse herrschen. Sobald man diese kennt, kann eine Berechnung der Geruchsmenge, welche das Riechrohr festgehalten und an die erste Aspiration abgegeben hatte, vorgenommen werden. Diese Berechnung wird nur dann richtig sein, wenn man die Kautschukbestimmung einigemal wiederholt hat und es schließlich gelungen ist, bereits bei der ersten Aspiration die Reizschwelle zu finden. Selbst dann wird die von dem Riechrohre an die erste Einatmung abgegebene Geruchsmenge noch nicht das Maß der ganzen Adhäsion sein. Darum steht diese Methode hinter der eben geschilderten zurück und sie wird besonders für stark anhaftende Riechstoffe unbrauchbar sein. Die praktische Folge hiervon ist, dass man in der Regel für Riechmesser aus festen Riechstoffen von der Adhäsionscorrection abstehen und sie nur bei Olfactometern mit porösen Cylindern anzuwenden versuchen soll.

Nach der Adhäsionscorrection verdient eigentlich nur noch eine Temperaturcorrection unsere Aufmerksamkeit. Ich habe bereits darauf hin-

gewiesen, von welch großem Einfluss der Wärmegrad auf die Riechkraft eines Olfactometers sein kann. Es giebt besonders einige Stoffe, welche in dieser Beziehung innerhalb der Grenzen, zwischen denen unsere Stubentemperaturen schwanken, merkwürdige Unterschiede zeigen, so z. B. Wachs, das im Winter in einer kalten Stube fast zweimal schwächer riecht, als im Sommer. Dagegen giebt es wieder andere Olfactometer, welche beinahe unempfindlich gegen Temperaturschwankungen sind, wie die aus Kautschuk verfertigten, deren normale Reizschwelle im Winter z. B. bei 13° C. und im Sommer etwa bei 25° C. nahezu dieselbe ist. Ich pflege darum bei meinen Versuchen die Stubentemperatur zu notieren, sobald diese namhaft von 15° C. abweicht.

Es wird bei jeder genauen Messung vorausgesetzt, dass die Schlussbestimmung mittels eines frisch aus der Riechlösung genommenen olfactometrischen Cylinders angestellt werde. Dann wird es überflüssig sein, die größere oder geringere Porosität des Porzellancylinders zu beachten, da auch die Zwischensubstanz der Poren mit einer Feuchtigkeitsschicht überkleidet und verbunden ist. Es giebt daher die ganze Innenfläche Riechteilchen ab und wird gleiche Ausbreitung haben, gleichgültig ob die Poren groß oder klein sind. Allerdings lässt sich mit Grund bezweifeln, ob sogar nach Austrocknung obiger Zwischenbrückchen verschiedenartig gebrannte Röhren namhaft verschiedene Resultate geben würden. Vermeidet man die Extreme der Porosität und Dichtigkeit und zugleich das zu starke Austrocknen der oberflächlichen Schichten, so erhält man wohl beinahe immer dieselben Ziffern.

Man beginnt jeden gehörigen Versuch mit einem reinen und gut getrockneten Riechrohre, über welches ein mit einer Riechstofflösung getränkter olfactometrischer Cylinder geschoben wird. Folge davon ist, dass die durch das Riechrohr ziehende Luft mit Wasserdämpfen gesättigt wird, welche sich an der Innenfläche des Riechrohres niederschlagen. Die Dicke dieser Dampfschicht auf dem Glase soll nach Bunsen[1]) bei 23° C. ungefähr 0,00101 mm betragen. Da unser ganzes Riechrohr 15 cm lang und 5 mm weit ist, so misst die Oberfläche ihrer Innenwand 23,57 qmm. Der anhaftende Wasserdampf wird daher etwas weniger als 2,38 mg betragen. Dieselbe Berechnung gilt für alle Versuche, da das Rohr ursprünglich trocken war und der Cylinder ein Übermaß von Wasserdämpfen verschafft. Wenn es uns demzufolge nicht befremden kann, dass alle in Wasser löslichen Riechstoffe, wie Benzaldehyd, Essigsäure u. s. w., eine starke Adhäsion zeigen (weil $2^1/_2$ mg Wasser dieselben reichlich auflösen), so ist es andererseits klar, dass die Feuchtigkeit der Luft darauf keinen Einfluss haben wird. Nur dann wird letztere

1) Wiedemann's Annalen. Bd. XXIV. 1885. S. 321.

in Betracht kommen, wenn der olfactometrisehe Cylinder selbst keinen Wasserdampf abgiebt. Dies ist z. B. der Fall, wenn der Cylinder mit einer Glycerinlösung getränkt wurde. Ieh ging bisher nur in seltenen Fällen dazu über, doch konnte ieh mich von der Zweckmäßigkeit mittels einer Vanillinlösung in Glycerin 1:12500 überzeugen. Wenn man sich zur Wiederholung dieser Versuche entsehließt, wird man unzweifelhaft die Feuchtigkeit der Luft in Rechnung ziehen müssen, weil es dann von dieser abhängen wird, ob viel oder wenig Wasserdampf gegen die Innenwand des Rieehrohrs niedersehlagen und daher viel oder wenig freigewordener Rieehstoff in der capillären Schicht sieh auflösen könne. Ganz dieselben Betraehtungen gelten für Riechmesser aus festen Stoffen. Auch dabei wird der Cylinder selbst keinen Wasserdampf liefern und nur die aspirierte Luft einen Wasserniederschlag im Riechrohre hervorbringen. Die Adhäsion wird dadurch in nieht geringem Maße beeinflusst werden, und da die Feuchtigkeit der Luft nicht an jedem Tage dieselbe ist, so wird jene aueh jedesmal verschieden sein. Dies in Betreff der Adhäsion, abgesehen von der Frage, ob die Feuehtigkeit der Luft vielleieht auch auf das Freiwerden der Riechpartikelchen einen Einfluss sollte ausüben können. Die Riechmesser mit festen Cylindern verursachen, wie man bemerkt, eine Fehlerquelle, welche bei Riechmessern mit porösen Cylindern nicht vorkommt, daher letztere für genaue Bestimmungen den Vorzug verdienen. Dann wird man, außer dem Verzeichnen der Temperaturen, einzig und allein eine Correction für die Adhäsion gegen die Innenwand des Riechrohrs naeh der vorher beschriebenen Methode vorzunehmen haben, um einen ziemlich hohen Grad von Präcision zu erreichen.

---

## VIII. Die Norm der Geruchsschärfe und der Begriff „Olfactie".

Begreift man unter Norm den idealen Typus, von dem jede Person eine besondere, mehr oder weniger unvollkommene Abspiegelung sein sollte, so giebt es natürlieh gar keine Norm, denn nicht nur nach der Rasse, dem Lebensalter, sondern auch nach den gesellschaftlichen Verhältnissen verändern sich die Menschen, und man würde höchst willkürlich verfahren, wollte man einer dieser zahlreichen Varietäten den Vorzug geben und sie als Typus betrachten. Man hätte auf diese Weise zahllose Normen aufzustellen! Nennt man jedoch »Norm« eine mit breiten Zügen entworfene Gestalt, welcher die übergroße Mehrheit eines

Volkes in einem bestimmten Alter entspricht, wovon das einzelne Individuum nicht anders als nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung abweichen darf, dann wird dieser Begriff in jeder Hinsicht gerechtfertigt sein. Es werden sich dann demgemäß nur so viele Normen ergeben, als man natürliche Gruppen zusammenstellen kann. Allerdings läuft man auch bei dieser Gruppenbildung noch einigermaßen Gefahr einer gekünstelten Zusammenstellung. Doch kann man sich in dieser Beziehung durch Regeln leiten lassen, wie sie u. a. der Anatom Stieda[1]) vor einigen Jahren aufgestellt hat. Dadurch wird der erwähnte Fehler so viel als möglich beschränkt.

Der »Norm« in dem Sinne, in welchem wir den Begriff soeben definierten, wird im täglichen Leben beständig Rechnung getragen, wie auch gleicherweise in der medicinischen Diagnostik. So nehmen die Ärzte beim Percutieren die normale Größe der Organe in Betracht; bei Bestimmung des specifischen Gewichtes eines Harnes die Grenzen, innerhalb welcher der Normalwert zu schwanken pflegt. In der pathologischen Anatomie geschieht nichts anderes, und bedürfte es eines weiteren Beleges, die Therapeuten dosieren täglich ihre Arzneimittel nach der »Norm« ab. Quételet[2]) war der Erste, welcher die Gesetze für solches Vorgehen kritisch aufgestellt hatte, und vor Kurzem hat Thoma[3]) seine Grundsätze mit Berücksichtigung der ärztlichen Bedürfnisse aufs neue entwickelt, gestützt auf einen reichen Schatz von Beispielen. Thoma verbindet mit dem Begriff »Norm« einen concreten Wert, welcher der meist vorkommenden Größe oder Stärke der Eigenschaften entspricht. Dieser concrete Wert liegt meistens in der Mitte innerhalb der ganzen Breite der vorkommenden Schwankungen[4]). Er ist der Wert, welcher mit der größten Wahrscheinlichkeit bei einer oder der anderen Gelegenheit gefunden werden wird, während der Durchschnittswert das arithmetische Mittel ist zwischen sämtlichen Fällen, die thatsächlich bereits vorher vorgekommen sind. Norm und Mittel können praktisch für identisch gelten, weil der wahrscheinlichste Wert für die Norm nach der

---

1) Stieda, Archiv für Anthropologie. Bd. 14. S. 167.

2) Quételet, Anthropométrie. Bruxelles 1870.

3) R. Thoma, Untersuchungen über die Größe und das Gewicht der anatomischen Bestandteile des menschlichen Körpers im gesunden und im kranken Zustande. Leipzig 1882.

4) Ich selbst verbinde mit dem Begriff »Norm« eine andere Vorstellung, welche, wie mich dünkt, mehr mit dem gewöhnlichen Sprachgebrauch übereinstimmt. Ich habe meine Ansicht darüber an anderer Stelle entwickelt und übergehe deshalb diese Frage hier gänzlich, indem ich auf meine frühere rein anthropometrische Abhandlung verweise, um in diesem Aufsatze mich, des bequemeren Verständnisses halber, der Terminologie Thoma's zu bedienen (siehe weiter »Militair Geneeskundig Archief«. 1885. 2. aflevering).

Wahrscheinlichkeitsrechnung gerade das erwähnte arithmetische Mittel ist. Es bleibt nur fraglich, ob die Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, deren Thoma sich bedient, für unser Gebiet vollkommen anwendbar sind, denn sie wurden nur für Fälle aufgestellt, in welchen folgende Bedingungen erfüllt sind:

1) gleich große Abweichungen von der Norm nach der einen oder der anderen Seite sind gleich wahrscheinlich;

2) eine kleine Abweichung ist wahrscheinlicher als eine große;

3) es giebt eine Grenze, welche der Betrag der Abweichung nicht überschreiten kann.

Thoma's Betrachtungen haben nur dann volle Gültigkeit, wenn diese Voraussetzungen eintreffen. Es scheint mir nun, dass hinsichtlich der menschlichen Eigenschaften nur sehr selten die erste Forderung erfüllt wird und man daher nicht ohne weiteres das Mittel als den wahrscheinlichsten Wert der Norm annehmen darf, wenn man unter Norm die am meisten vorkommende Größe der besagten Eigenschaft versteht. Es scheint also zu wünschen, solange man über diese Frage nicht endgültig entschieden, zu unterscheiden zwischen:

1) der Norm, d. i. dem am häufigsten vorkommenden Wert, und

2) dem Mittel[1]) aus allen bereits gefundenen Werten.

Es wird nun unsere Aufgabe sein, im Folgenden die Norm der Riechschärfe zu berechnen. Wir wollen aber zuerst die analogen Bestimmungen im Gebiete der beiden anderen höheren Sinneswerkzeuge in Betracht ziehen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass für unsere Sinneswerkzeuge ebensowohl eine Norm zu finden sein müsste, wie für alle anderen menschlichen Eigenschaften, welche wir nach und nach in den Kreis der Anthropometrie gezogen haben. Dies ist in der That für die Sehschärfe

---

1) Es sei erlaubt, dieses noch durch ein anderes Beispiel zu erläutern. Nehmen wir an, man wolle das normale und das mittlere Körpergewicht eines Kindes am zweiten Lebenstage bestimmen. Es betrage hier zu Lande das Normalgewicht einer vollkommen reifen Frucht 3,1 kg (Quételet) und es entsprechen die individuellen Abweichungen nach oben und unten genau der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Es sei ferner einen Augenblick angenommen, dass jene Früchte, welche ein bestimmtes, in Zahlen ausgedrücktes Gewicht überschreiten, während der Geburt sterben. Unter diesen zwar fictiven, aber keineswegs undenkbaren Verhältnissen kann nicht mehr von einer Identität zwischen Norm und Mittel am zweiten Tage nach der Geburt die Rede sein. Die übergroßen Kinder fallen alle aus der Rechnung und die Durchschnittszahl wird also ceteris paribus bedeutend herabsinken. Dagegen wird die Norm unter den individuellen Verschiedenheiten den gleichen Wert wie bereits zuvor haben. Sie wird z. B. 3 kg betragen und das Mittel bedeutend übertreffen.

bereits seit Langem geschehen. Snellen stellte schon vor Jahren fest, dass für das Lesen von Druckbuchstaben auf Entfernung ein Gesichtswinkel von 5 Minuten die gewöhnliche Leistung ist, welche eine normale Sehkraft liefert. Er nannte es Visus = 1. Vroesom de Haan[1]) fand die Sehschärfe nach diesem Maßstabe für das Alter von 10 Jahren gleich 1,1, für 40 Jahre gleich 1,0 und für ein Alter von 80 Jahren gleich 0,5. Ich hatte zufällig Gelegenheit, gestützt auf ein sehr großes, von meinen Collegen gesammeltes statistisches Material neuerdings nachzuweisen, dass die übergroße Mehrzahl unserer männlichen Bevölkerung im Jugendalter die von Snellen angegebene Sehschärfe besitze. Ich glaube nicht unterlassen zu dürfen, diese unlängst gewonnenen Ergebnisse hier beizufügen.

Im Sommer 1887 wurde bei 3826 Milizpflichtigen die Sehschärfe nach Snellen's Methode bestimmt. Von diesen Leuten, welche sämtlich zwischen 19 und 23 Jahren alt waren und nach Laienauffassung gute Augen hatten, besaßen

| | |
|---|---|
| an beiden Augen Visus = $^5/_5$ . . . | 75 % |
| an einem Auge vollen Visus . . . | 13 % |
| an beiden Augen verminderten Visus | 12 %. |

Es wurden im Ganzen 7652 Augen untersucht. Unter diesen fanden sich:

| | | |
|---|---|---|
| Augen mit Visus | = $^5/_5$ . . . . . . | 81,5 % |
| - - - | = $^3/_4$ . . . . . . | 10,4 % |
| - - - | = $^1/_2$ . . . . . . | 5,2 % |
| - - - | = $^1/_3$ . . . . . . | 1,3 % |
| - - - | = $^1/_4$ . . . . . . | 0,8 % |
| - - - | = $^1/_5$ . . . . . . | 0,6 % |
| - - - | = $^1/_{10}$ und geringer | 0,2 %[2]). |

Es ergab sich also aufs neue, dass ein Sehvermögen V = 1 das normale ist. Unter den Sehorganen des jugendlichen Teiles der Bevölkerung ist nur eine beträchtlich kleine Anzahl nicht im Stande, Druckbuchstaben unter einem Winkel von 5 Minuten aus Entfernung zu unterscheiden, und diese Ausnahmen weichen ziemlich regelmäßig von der Norm ab. Über der Norm zeichnet sich ebenfalls eine Anzahl bevorzugter Personen durch eine größere als die normale Sehschärfe aus. Über die Vielfältigkeit deren Vorkommens stehen mir leider keine Angaben zu Gebote, da sie in unserer Heeresstatistik mit den Fällen von normalem Visus vereinigt wurden.

1) Nach Helmholtz, Physiologische Optik. 2. Aufl. 1887. S. 264.

2) Statistik der Gesundheitstabellen, welche ich im Auftrage des Herrn Generalmajors, Inspectors des ärztlichen Dienstes bei der Landmacht, nach dem Zahlenkartensysteme verfasste.

Man hat in jüngster Zeit ähnliche Messungen auch für das Gehör vorgenommen und zwar mit dem rationellen, in die moderne Ohrenheilkunde eingeführten Gehörsmaß. Was die Druckschrift für das Auge, ist die Sprache für das Ohr. In unserem geselligen Zusammenleben ist das Verstehen der gesprochenen Worte allmählich die wichtigste Verrichtung für das Ohr geworden. Es ist daher klar, dass man das betreffende Sinnesvermögen danach bemisst. Wo bei dem Tauben das minimum perceptibile, die sogenannte »Reizschwelle« der einfachen Klänge, liegt, ist für uns ziemlich gleichgültig, während wir dagegen einen Wert darauf legen, beurteilen zu können, in wie weit er im Stande ist, die zusammengesetzten Klänge der Sprache zu entwirren und zu verstehen. Die Flüsterstimme ist eine Abart der gewöhnlichen gesprochenen Sprache, welche sämtliche Geräusche und Klänge derselben ohne Stimmton, jedoch in viel gleichmäßigerer Intensität enthält. Man bedient sich deshalb der Flüsterstimme als Maßstab der Gehörsschärfe. Die Entfernung, in welcher eine Anzahl gesonderter, flüsternd gesprochener Wörter noch verstanden werden kann, gilt als directes Maß.

Von Bezold untersuchte in München 1918 Schulkinder mittels der Flüsterstimme. Von diesen 3836 Gehörsorganen hörten 79 % die Flüsterstimme in noch größerer Entfernung als 8 Meter. Es muss daher die Norm noch über dieser Entfernung gelegen sein [1]).

Gesicht und Gehör sind jene Sinneswerkzeuge, von welchen in unserem gesellschaftlichen Zusammenleben unaufhörlich Gebrauch gemacht werden muss, nicht allein zur Aufnahme eines einfachen sinnlichen Eindruckes, sondern auch zur Wahrnehmung sehr zusammengesetzter Empfindungen. Letztere müssen in erster Reihe durch das Sinnesorgan qualificirt werden. Nach den specifischen Energien, nach den Localzeichen bekommt das Centralorgan einen verschiedenen Eindruck. Aber die Wahrnehmung ist mit ihrer Auffassung als solche nicht vollendet. Viele gesonderte Wahrnehmungen, wie sie einander beim Horchen folgen, wie sie beim Betrachten vorkommen, sollen durch das Denkvermögen aneinander gereiht, verglichen und mit Begriffen verbunden werden. Erst dadurch wird das Hören verstehen, das Sehen lesen. Was man also als »Gehörs- und Sehschärfe« bezeichnet, ist ein sehr zusammengesetztes Vermögen, womit die relativ einfachen Functionen der übrigen Sinneswerkzeuge nicht in Vergleich gestellt werden können. Jede einfache Empfindung steht bei diesen mehr elementaren Sinnen für sich allein und nur selten werden mehrere derselben zu einer Reihenfolge

1) von Bezold, Zeitschrift für Ohrenheilkunde. Bd. 14 u. 15. Referat im Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 23. 1885. S. 51.

verbunden. Wo es geschieht, bleibt es bei einer einfachen Contrastwirkung oder Vereinigung zweier oder dreier Eindrücke.

Was man beim Geruchssinn »Schärfe« des Sinnesvermögens nennt, ist der Grad der Deutlichkeit, in welchem sehr schwache Reize und kleine Unterschiede der Intensität sich geltend machen. Das genaue Unterscheiden der Arten des Reizes wird hier als »Feinheit« des Sinnes bezeichnet[1]). Können wir für den Geruchssinn nach dieser Definition eine Norm aufstellen?

Sehr häufig wird darüber Zweifel erhoben. Man stellt sich meistens vor, dass das gesellschaftliche Leben mit seinen dumpfigen Wohnstuben und besonders dem darin häufig herrschenden Tabakrauch auf das Riechorgan mehr oder weniger nachteilig wirke. Man vergisst jedoch dabei, dass auch für die anderen Sinnesorgane ähnliche schädliche Einflüsse bestehen. Die schlechte künstliche Beleuchtung und der Staub der Städte und Landstraßen sind nicht minder für die Netzhaut und Conjunctiva nachteilig, als die Wärme und der Rauch für die Nasenschleimhaut. Außerdem ist das Riechorgan nicht ganz so schutzlos, als man gewöhnlich annimmt. Das eigentliche Sinneswerkzeug befindet sich in der obersten Abteilung der Nasenhöhle, wo es der gewöhnlichen Atmungsströmung entzogen ist. Die in die Riechspalte dringende Luft tritt in so geringer Menge und so langsam hinein, dass von Abkühlung nicht mehr die Rede sein kann. Überdies wird sie durch die Schleimhaut der nasalen Atemwege reichlich mit Wasserdämpfen versehen und von gröberen Staubteilchen vollkommen befreit. Man findet den gröberen Staub im Nasenschleim wieder, welcher durch die Nasenlöcher oder längs der Choanen entfernt wird. Was also schließlich mit der Riechschleimhaut in Berührung kommt, ist eine staubfreie Luft von constanter Temperatur und constanter Feuchtigkeit, was auch für jene Fälle gilt, in welchen ursprünglich kalte, trockene, reichlich Staub mit sich führende Atemluft in die Nase eingedrungen ist. Dieser Umstand wird also unserem Riechorgane keineswegs großen Nachteil bringen. Dass man denselben gewöhnlich überschätzt, erklärt sich daraus, weil man stets lebhaft der Gefahr des Schadens eingedenk ist, welchen Kälte, Staub und mikroskopische Organismen den eigentlichen Atemwegen bringen, eines Schadens, der in seinen Folgen als Anschwellung der Nasenmuscheln, Hypertrophie der Tonsilla pharyngea, der Mandeln, als Kehlkopf- und Bronchialkatarrhe fast täglich uns bedroht. Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass diese pathologischen Störungen dann und wann durch Verbreitung auf die Regio olfactoria schädigen und wirkliche Anosmien verur-

---

1) von Vintschgau, Geruchssinn, in Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. III. 2. S. 270.

sachen können, allein es ist fraglich, ob dies so häufig unter der großen Menschenmenge vorkomme, dass es statistisch einigermaßen in Betracht gezogen werden könnte. In dem gewöhnlichen Gedankengange der Zeitgenossen ist die Beschützung des Sinnesorganes durch einen Leitungsapparat, welcher nur das specifische Agens zulässt, zu sehr in den Hintergrund, sind die vielfältigen Störungen des Nasenatmens zu sehr in den Vordergrund getreten, so dass man eine »schlechte Nase« für synonym mit einem »schlechten Geruch« hält. Dies mag für den gewöhnlichen Sprachgebrauch hingehen, ist aber bei wissenschaftlichen Betrachtungen nicht correct genug. Viele an langwieriger Rhinopharyngitis mit stark entwickelten adenoiden Vegetationen Leidende zeigten nach Entleerung der überflüssigen Schleimmassen ein ziemlich unbehindertes Riechvermögen.

Wir sind demnach zu der Annahme berechtigt, dass die meisten unserer Mitmenschen sich wohl eines normalen Riechvermögens erfreuen, obgleich zugegeben werden muss, dass dieses durch den außerordentlich starken Geruchssinn wilder Völkerstämme noch übertroffen wird. Man darf aber nicht übersehen, dass aller Wahrscheinlichkeit nach diese größere Sinnesschärfe auf eine bestimmte Art von Eindrücken beschränkt ist und erst durch viele Übung erworben wurde.

Ich führte vor fünf Jahren auf meiner Abteilung im Militärhospital eine lange Reihe von Bestimmungen der Riechschärfe aus, sowohl bei normalen als bei anosmischen Leuten in einem Alter von 18—23 Jahren. Es wurde keine besondere Auswahl der Fälle getroffen, allein jeder Genesene wurde einige Tage vor seiner Entlassung aus der internen Abteilung hinsichtlich des normalen oder ungefähr normalen Geruchsorganes mittels eines Kautschuk-Riechmessers untersucht, welcher mir einen Minimaleindruck gab, wenn der olfactometrische Cylinder bis auf 1 cm herausgeschoben wurde. Ein kleineres Cylinderstück verschaffte keine Geruchswahrnehmung, ein größeres einen kräftigeren Eindruck. Der kleinste eben noch wahrnehmbare Reiz entstand für mich genau bei einer Cylinderlänge von 1 cm. So war es wenigstens bei mittelmäßigen Wärmegraden, während welcher an Sommermorgen 1888 die Untersuchungen vorgenommen wurden. Betreffs der Riechschärfe wurde bei Allen die Durchgängigkeit der Nase für die Atemluft mittels der Atemflecke erforscht und ferner eine in jeder Hinsicht erschöpfende Untersuchung angestellt. 34 der untersuchten Riechorgane gaben ein ganz normales rhinoskopisches Bild und vollkommene Atemflecken. Ich glaube also berechtigt zu sein, diese untersuchten Organe für frei von pathologischen Störungen zu halten. Gewiss waren sie es hinsichtlich des Leitungsapparates und wahrscheinlich auch in Beziehung auf das eigent-

liche Sinneswerkzeug[1]). Ich habe die Ergebnisse dieser Messungen in beifolgender Tabelle zusammengestellt. Die erste Spalte enthält die Nummer des Patienten nach der Reihenfolge der Untersuchungen. Von zwei Sinnesorganen ist das rechtsseitige oben verzeichnet. Falls nur ein Riechorgan normal war, enthält die letzte Spalte den Grad der an der anderen Seite bestehenden Anosmie. Die 3., 4. und 5. Spalte dienen zur Berechnung des wahrscheinlichen Fehlers nach der Methode der kleinsten Quadrate und können daher vom Leser vernachlässigt werden; sie werden hier nur angeführt, um das Nachrechnen zu erleichtern und der Vollständigkeit wegen (s. Tab. S. 133).

Demnach finden wir als Durchschnittsergebnis aus 34 Beobachtungen, mit 0,1 und 3,0 cm als Äußerstes, einen Wert = 1,0 cm. Der mutmaßliche Fehler dabei beträgt:

$$V = 0{,}6745 \sqrt{\frac{1855}{33}} = 0{,}5,$$

d. h. die Hälfte der vollkommenen Sinneswerkzeuge hat eine Riechschärfe, deren Reizschwelle zwischen 0,5 und 1,5 des olfactometrischen Cylinders schwankt.

Die Resultate unserer 34 Messungen lassen sich jedoch noch auf eine andere Weise entwickeln. Man kann sie nach der Vielfältigkeit des Vorkommens jedes einzelnen Wertes folgendermaßen gruppieren:

Minimum perceptibile gefunden bei:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,1 | des olfactometrischen | Cylinders | 2 | mal |
| 0,3 | - | - | 1 | - |
| 0,5 | - | - | 8 | - |
| 0,7 | - | - | 10 | - |
| 1,0 | - | - | 5 | - |
| 1,2 | - | - | 1 | - |
| 1,5 | - | - | 1 | - |
| 2,0 | - | - | 3 | - |
| 2,5 | - | - | 1 | - |
| 3,0 | - | - | 2 | - |

Das häufigste Vorkommen giebt daher ein minimum perceptibile = 0,7. Nach Thoma's Definition müsste also dieser Betrag als Norm gelten. Der Mangel an Übereinstimmung zwischen Norm und Mittel ist augenfällig. Man dürfte vielleicht geneigt sein, eine Erklärung dieses Unterschiedes in der relativ großen Häufigkeit der Fälle suchen zu wollen, in welchen das minimum perceptibile erst bei 2—3 cm des olfactometrischen

1) Vergleiche: Anosmie. Tijdschrift vor Geneeskunde. 1889. I. Teil. S. 1.

Reizschwelle in cm des Kautschukcylinders.

| Nr. | cm Cylinderlänge | — x | + x | $x^2$ | Anmerkungen. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,5 | 0,5 | | 0,25 | andere Seite 1 Ammon.-Guttap. |
| 2 | 2,0 | | 1,0 | 1 — | |
| | 2,0 | | 1,0 | 1 — | |
| 3 | 2,0 | | 1,0 | 1 — | |
| | 2,5 | | 1,5 | 2,25 | |
| 4 | 0,1 | 0,9 | | 0,81 | |
| | 0,1 | 0,9 | | 0,81 | |
| 5 | 0,5 | 0,5 | | 0,25 | |
| | 0,5 | 0,5 | | 0,25 | |
| 6 | 1,5 | | 0,5 | 0,25 | |
| | 1,2 | | 0,2 | 0,04 | |
| 7 | 1,0 | | | | andere Seite 3 Kautschuk |
| 8 | 1,0 | | | | andere Seite 10 Kautschuk |
| 9 | 0,5 | 0,5 | | 0,25 | |
| | 1,0 | | | | |
| 10 | 0,5 | 0,5 | | 0,25 | andere Seite 0,5 Amm.-Guttap. |
| 11 | 3,0 | | 2,0 | 4 — | |
| | 3,0 | | 2,0 | 4 — | |
| 12 | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | |
| | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | |
| 13 | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | |
| | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | |
| 14 | 1,0 | | | | |
| | 1,0 | | | | |
| 15 | 0,5 | 0,5 | | 0,25 | andere Seite 6 Kautschuk. |
| 16 | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | |
| | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | |
| 17 | 0,3 | 0,7 | | 0,49 | |
| | 0,5 | 0,5 | | 0,25 | |
| 18 | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | |
| | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | |
| 19 | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | andere Seite 2,25 Kautschuk |
| 20 | 0,7 | 0,3 | | 0,09 | andere Seite 7 Kautschuk |
| 21 | 0,5 | 0,5 | | 0,25 | andere Seite 1,5 Kautschuk |
| Summe | 33,7 | 9,5 | 9,2 | 18,55 | |

Cylinders erreicht wird. Nicht weniger als 6 von 34 Sinnesorganen zeigten eine relativ hohe Reizschwelle. Betrachtet man diese Fälle als abnormal und unterlässt man es, sie bei der Berechnung des Durchschnittswertes mitzuzählen, so wird letzterer sich niedriger stellen. Er wird, gleich wie die Norm, 0,7 cm, und dann erhält man eine vollkommene Übereinstimmung zwischen beiden Werten. Es bedarf jedoch keiner weiteren Erörterung, dass ein derartiges Verfahren durchaus nicht gestattet ist. Die Gruppenbildung, aus welcher man eine Statistik aufbaut, muss notwendigerweise aus außerhalb der Statistik gelegenen Gründen stattfinden; nachher, nachdem die Wertziffern bereits bekannt geworden, dürfen daran keinerlei weitere Änderungen vorgenommen werden. So ist es auch hier der Fall. Wie verführerisch es auch sein mag, wir können die einmal mit einer hohen Reizschwelle aufgenommenen Fälle nicht als pathologisch betrachten, und das um so weniger, weil, wie wir bereits oben bemerkten:

1) das rhinoskopische Bild normal war;

2) die Atemflecke symmetrisch und von gewöhnlicher Größe sich bildeten;

3) die Anamnese keine Nasenerkrankung oder Nervenleiden nachwies, aus welchen auf eine essentielle oder intercranielle Anosmie geschlossen werden könnte.

Die Norm betrug deshalb für den bei diesen Untersuchungen benutzten Kautschuk-Riechmesser 0,7 cm des olfactometrischen Cylinders. Meine eigene Riechschärfe blieb also etwas unter der Norm, ohne jedoch darum abnormal zu sein, denn es wiesen sich, wie eben erwähnt wurde, nicht weniger als die Hälfte der vollkommenen Sinneswerkzeuge zwischen 0,5 und 1,5 cm.

Der der normalen Riechschwelle entsprechende Riechreiz kann eine Einheit sein, in welcher man alle anderen Riechreize derselben Art ausdrückt. Sie ist sogar das natürliche physiologische Maß für diese Eindrücke. Solange der physische Maßstab für den Geruch fehlt, müssen wir uns wohl mit der physiologischen Einheit behelfen, mit allen damit verbundenen Fehlern, denen sie ihrer Beschaffenheit nach unterworfen ist. Ich schlug vor, diese physiologische Einheit, die bereits früher durch Wundt wiederholt für verschiedene Sinnesorgane angewendet wurde, »Olfactie« zu nennen. In dem bei unseren Messungen benutzten olfactometrischen Cylinder ausgedrückt, ist daher

das normale minimum perceptibile = Olfactie = 0,7 cm.

Es ist klar, dass hinsichtlich anderer Riechmesser die Zahlwerte der Olfactie andere sein werden. Ihre wirklichen Werte bleiben jedoch immer dieselben, nur der Apparat, welcher sie anzeigt, ist ein verschiedener.

Dem Kliniker, der mit dem Riechmesser die Riechschärfe seiner Nervenkranken zu bestimmen beabsichtigt, dem Specialisten, welcher der örtlichen Ursache einer Anosmie nachforschen will, beiden ist es wichtig, die normale Reizschwelle, den Olfactienwert, für seine olfactometrischen Cylinder zu kennen. Nur allein durch Vergleichung der Resultate in diesen Fällen mit diesen Werten ergiebt sich der richtige Grad der Abweichung. Man drückt, wie vorher dargelegt wurde, diesen Grad am leichtesten durch einen Bruch aus. Nennen wir $o$ und $o'$ die verglichenen Riechschärfen, $l$ und $l'$ die bei ihnen gefundenen Cylinderlängen, so ist, da diese Resultate verkehrt proportional sind,

$$\frac{o'}{o} = \frac{l}{l'}.$$

Wenn $o$ die normale Riechschärfe ist und $l$ die dieser entsprechende Länge des olfactometrischen Cylinders, so wird $o = 1$ zu stellen sein, daher:

$$o' = \frac{l}{l'}.$$

Durch den eben eingeführten Begriff der »Olfactie« wird sich die Sache noch viel einfacher gestalten. Ist doch:

das normale mimimum perceptibile = Olfactie = $l$ = 1.

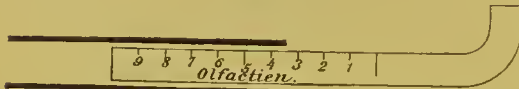
Da überdies $l$ durch diese Einheit zugleich mit ausgedrückt wird, giebt in obigem Bruche, wenn er derartig reduciert ist, dass der Zähler = 1 ist, durch seinen Nenner unmittelbar an, aus wie vielen Olfactien das minimum perceptibile in einem gegebenen pathologischen Falle bestehe. So besteht bei einer Person mit einer Riechschärfe (Olfactus) = 1 das minimum perceptibile aus einer Olfactie; bei einer Person mit einer Riechschärfe (Olfactus) = $^1/_2$ aus 2 Olfactien; bei Einem mit einer Riechschärfe (Olfactus) = $^1/_3$ aus 3 Olfactien u. s. w.

Es besteht keinerlei Schwierigkeit, ja es ist sogar zu wünschen, die Skala des Olfactometers demgemäß einzurichten. Statt der Centimeter können auch Olfactien verzeichnet werden. In diesem Falle liest man die Riechschärfe unmittelbar ab, in der Weise, dass ein minimum perceptibile = $n$ zugleich auch eine Riechschärfe = $\frac{1}{n}$ bedeutet.

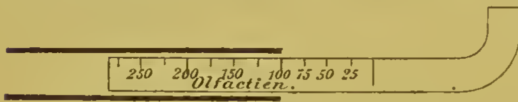
Solche Riechmesser müssen jedoch aus einem Material verfertigt sein, welches eine constante Riechkraft besitzt. Es giebt in dieser Hinsicht keinen einzigen vollkommen constanten Stoff; es wechselt stets mehr oder weniger mit der Temperatur auch die Menge der Riechteilchen, welche an die vorbeiziehende Luft abgegeben werden. Es sind die Unterschiede bei einigen festen Riechstoffen sogar sehr merklich, auch innerhalb der Grenzen unserer gewöhnlichen Stubentemperatur. Davon abgesehen, wird in größerem Zeitverlauf eine langsame Verminderung der

Riechkraft stattfinden. Allerdings werden die Riechstoffe in den olfactometrischen Cylindern durch die angemessene Einrichtung der Riechmesser abgeschlossen bewahrt, aber dessenungeachtet sind sie an der vordersten Öffnung und während des Gebrauches einer geringen Verdampfung und Austrocknung ausgesetzt. Eine allmähliche Abnahme der Riechkraft kann daher kaum vermieden werden. Die Olfactienskala wird dadurch einigermaßen verschoben, auf gleiche Weise wie die Gradeinteilung eines Thermometers durch die molekularen Veränderungen des Glases, woraus das Instrument verfertigt ist. Es sind daher nur solche Apparate als Riechmesser zu verwenden, welche aus Grundstoffen verfertigt sind, die solchen Veränderungen nur im geringsten Maße unterliegen. Derartige Grundstoffe sind vulkanisierter Kautschuk und das vorher für diesen Zweck angegebene Gemenge von Ammoniacum-Guttapercha. Auf aus diesen Stoffen verfertigten Olfactometern kann man unbesorgt die Olfactienskala anbringen, nur wird nach einigen Monaten eine Controlle des Instrumentes notwendig werden, wie es ja auch bei Thermometern, Galvanometern u. s. w. zu geschehen hat. An meinen Riechmessern waren die dabei eingetretenen Veränderungen höchst unbedeutend. Man trage nur die Olfactienskala auf den Kautschuk-Riechmessern in Olfactien, auf den Ammoniacum-Guttapercha-Olfactometern in fünfundzwanzigfachen Olfactien ein (Fig. 14). Die Teilstriche liegen dann ungefähr 1 cm (etwas mehr oder weniger je nach der Art des Kautschuk oder der Bereitung des Ammoniacum-Guttapercha) von einander entfernt.

Fig. 14.




Kautschuk-Riechmesser 1 cm = 1 Olfactie.




Ammoniacum-Guttapercha-Riechmesser 1 cm = 30 Olfactien.

---

# IX. Erhöhung und Herabstimmung der normalen Riechschärfe.

Abgesehen von pathologischen Störungen treten unter gewissen physiologischen Verhältnissen Ursachen auf, welche die Riechschärfe mehr oder weniger von der normalen Wertziffer abweichen machen. Sie verdienen hier besondere Erwähnung, weil der Experimentator sie kennen muss, will er bei seinen Versuchen nicht Gefahr laufen, auf Irrwege zu geraten.

Ich werde drei solcher Abweichungen als Prototype besonders erörtern, ohne jedoch behaupten zu wollen, dadurch den Gegenstand erschöpft zu haben. Eine umfassende Darstellung wird man in einem der Physiologie gewidmeten Buche nicht erwarten können. Wir beschränken uns denn auf:

A. die durch Asymmetrie des Nasenskeletes verursachten Hyperosmien und Anosmien;

B. die toxischen Hyperosmien und Anosmien, und

C. die nervösen Hyperosmien und Anosmien.

## A. Durch Asymmetrie des Nasenskeletes verursachte Hyperosmien und Anosmien.

Abgesehen von hochgradigen Unregelmäßigkeiten des Nasenskeletes kommen leichte Asymmetrien desselben vielfältig bei sonst gesunden Leuten vor. Nur wenn die Nasenschleimhaut durch einen Katarrh anschwillt, entwickeln sich die Erscheinungen und Folgezustände der Stenose, welche sofort wieder verschwinden, sobald die Entzündung vorüber. Die mit solchen Asymmetrien Behafteten sind daher in der Regel selten der Unregelmäßigkeiten ihres Nasenskeletes bewusst.

Welcker[1]) untersuchte eingehend die schiefe Stellung der Nase an Schädeln, Gypsmasken von Leichen und an Lebenden. Er zog die Schlussfolgerung, dass es zwei Ursachen dieser Asymmetrie in osteologischer Hinsicht giebt. Sie beruht nämlich auf einer Abweichung des Nasenbeines nach seitwärts oder auf einer Abweichung des Pflugscharbeines in dessen vorderstem Abschnitte. Durch die erste dieser beiden Veränderungen entsteht die Schiefheit der Nasenwurzel, durch die zweite die Abweichung der Nasenspitze. Durch die Abweichung beider Teile in entgegengesetzter Richtung bildet sich jene eigentümliche Nasenform, welche Welcker die »skoliotische Nase« nennt.

Das knöcherne Skelet bestimmt daher die Stellung der Nase. Doch kann es sehr wohl geschehen, dass die Asymmetrie erst in den Nasenknorpeln recht deutlich wird. So berichtet Zuckerkandl[2]) über einen Fall, in welchem die knöcherne Scheidewand ganz in der Medianfläche lag und nur allein der vorderste Rand um ein Geringes abwich. Der in diese eingefügte Scheidewandknorpel wich infolge dessen sehr stark nach der Seite ab.

1) H. Welcker, Die Asymmetrien der Nase und des Nasenskelets. Berichtet Hoffmann u. Schwalbe's Jahresbericht. 1882. I. S. 119.

2) E. Zuckerkandl, Normale u. pathologische Anatomie der Nasenhöhle. Wien 1882. S. 48.

Schiefe Nasen kommen auffallend häufig vor. Zuckerkandl[1]) z. B. fand unter 370 Schädeln 123 mit symmetrischer, und 140 mit asymmetrischer Scheidewand. Diese Messungen betrafen ausschließlich europäische Schädel. Etwas weniger häufig wurde Asymmetrie bei Schädeln von nichteuropäischer Herkunft angetroffen.

In praktischer Hinsicht lassen sich die Asymmetrien auf zwei Gruppen zurückführen:

1) Verkrümmungen der Nasenscheidewand,

2) Leisten und Dornen am Septum.

Die Verkrümmungen der Scheidewand treten auf zweierlei Weise auf: die Verbiegung, bei welcher an einer Seite ein Buckel, an der anderen eine entsprechende Höhlung entsteht, kann nämlich die ganze Höhe der Scheidewand betreffen oder sich nur auf den untersten Teil derselben beschränken. Es finden hierbei dieselben Verhältnisse statt, wie bei der Verkrümmung von vorne nach rückwärts. Mit Ausnahme des meist vollkommen medianen hinteren Randes ist entweder das ganze knöcherne Septum seitwärts gerichtet, oder nur dessen vorderer Rand. Wir werden vollkommen analog hiermit finden, dass, abermals mit Ausnahme des hinteren Randes, entweder die ganze Scheidewand von oben nach unten gekrümmt ist oder nur ein kleines Stück derselben in der Nähe des Nasenbodens.

Die Verkrümmung der ganzen vorderen zwei Drittel der Scheidewand ist für uns von viel größerer Wichtigkeit, als die nur teilweise Verbiegung. Der freie Durchtritt der Luft durch eine Nasenhälfte wird dadurch mehr oder weniger behindert, während die andere Hälfte in gleichem Maße geräumiger wird. Meine Methode, die mit Wasserdämpfen geschwängerte Ausatmungsluft auf einer kalten Glasplatte aufzufangen, ist ein geeignetes Verfahren zur raschen Ermittelung der Abweichungen. Denn meistens ist bei einer gekrümmten Scheidewand der Luftkegel an der Seite der Convexität verschmälert und demzufolge der Niederschlag auf dem Spiegel kleiner, als an der concaven Seite des Septums. In den meisten Fällen hat diese Anomalie eine respiratorische Anosmie zur Folge, natürlich nur an einer und zwar an der convexen Seite.

Wir finden die erwähnte Krümmung der Scheidewand in gleicher Höhe mit der unteren Muschel oder sogar noch tiefer. Die Ausbuchtung entspricht beiläufig dem Unterrand der unteren Muschel, sodass, wenn

---

1) E. Zuckerkandl l. c. S. 45. Vgl. Morell Mackenzie, Manual of diseases of the throat and nose. London 1884. t. 2. p. 433 (auch deutsch), worin ähnliche Ergebnisse aus dem »Museum of the Royal College of Surgeons« verzeichnet sind. W. Posthumus Meyes fand unter 300 Schädeln des Museum Vrolik in Amsterdam nur 100 symmetrische.

durch einen chronischen Katarrh eine Hypertrophie der Schleimhaut, besonders jener der Muscheln, entsteht, es leicht geschehen kann, dass beide Flächen an einander stoßen. Falls dies stattfindet, so werden die Erscheinungen einer Stenose, Stagnation der Absonderungsprodukte und Behinderung der Atmung nicht ausbleiben. Doch bemerkt man unter gewöhnlichen Umständen nichts von der Abnormität, da diese Art von Septumverkrümmung auf den untersten Teil beschränkt und überdies im Verhältnis zur Weite der Nasenhöhle sehr unbedeutend ist. Es werden daher in diesem Falle weder die Function des Atemholens, noch jene des Riechens dadurch Störungen erleiden.

Beispiel. H..., 21 Jahre alt, Festungsartillerist.

Olfactus beiderseits $^3/_4$ (1 cm Länge des Kautschukriechmessers giebt eine deutliche, unverkennbare Geruchswahrnehmung). Der Niederschlag des Exspirationsstroms am Spiegel links etwas verschmälert, übrigens beinahe symmetrisch. Rhinoscopia anterior: Ausbiegung nach links des untersten Teiles des knorpligen Septums. Rhinoscopia posterior: Das knöcherne Septum steht vollkommen gerade in der Medianfläche, ist jedoch auffallend breiter. Einige kleine, flache Granulationen am Rachendach; acuter Katarrh der ganzen Nasenhöhlenschleimhaut.

Diagnose: Links unbedeutende Verengerung des Atemweges, ohne irgend einen Nachteil für Respiration und Riechen. Geringe Abstumpfung des Geruchssinnes, vermutlich infolge von Koryza, und leichter chronischer Rachenkatarrh.

Selbst dann, wenn die Anosmie durch eine Septumverkrümmung deutlich ist, wird sie nur selten hochgradig sein. Meistens bleibt sie innerhalb der Breiten, welche noch mit dem Kautschukolfactometer, resp. dem Ammoniacum-Guttapercha-Riechmesser messbar sind[1]).

Bedeutender ist die Anosmie aus Ekchondrosen und Exostosen. Diese gehen von dem knorpeligen Septum oder von der knorpeligen Grundlage der knöchernen Scheidewand und zwar von sehr verschiedenen Stellen derselben aus. Manchmal sitzen die Auswüchse in der vorderen, ein andermal in der hinteren Abteilung der Nase. Bisweilen erscheint der Vorsprung aus der Scheidewand gegenüber der unteren Muschel oder auch gegenüber der mittleren Muschel. Obgleich ein einziger solcher Processus die Regel, so finden wir auch bisweilen zwei kegel- oder leistenförmige Ekchondrosen, welche dann, wenn sie die letztere Gestalt haben, an entgegengesetzten Seiten liegen. Die Ekchondrosen verknöchern meistens örtlich, sei es, dass der Vorsprung an verschiedenen Stellen der Erhebung umschriebene Knochenstücke bildet oder dass sich eine solide Knochenmasse entwickelt.

1) Siehe z. B. den 18. Fall Dr. Reuter's, S. 13 des Separatabdruckes aus der Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. XXII. Heft 1.

Merkwürdig ist wieder die große Häufigkeit des Vorkommens solcher Ekchondrosen und Exostosen. Zuckerkandl untersuchte 370 europäische Schädel und fand 107 mal Vorsprünge. Bei nichteuropäischen Völkern jedoch kamen sie viel seltener vor. Sie fehlten ohne Ausnahme an Schädeln unter dem siebenten Jahre[1]).

Die Ekchondrosen und Exostosen der Nasenscheidewand bilden Functionshindernisse, wenn sie einen bedeutenden Umfang erreichen oder mit anderen Abweichungen, welche eine Verengerung der Nasenhöhle verursachen, vereinigt sind, z. B. wenn die Schleimhaut infolge eines Katarrhs anschwillt. Der Geruchssinn jedoch ist häufig auch in den Zwischenzeiten abgestumpft, und man wird dann gerade durch die andauernde Anosmie auf die abnormen Verhältnisse aufmerksam gemacht.

Hier sei aber zweier Ausnahmen gedacht. Es kann geschehen, dass die Ekchondrosen und Exostosen zugleich mit der asymmetrischen Stellung der Nasenscheidewand vorkommen. In diesen Fällen sind sie gewöhnlich im engsten Teile der Höhle zu finden. Doch traf ich sie nicht allzu selten an der weiteren Seite, und dann ist es klar, dass von einer Behinderung des Geruches kaum die Rede sein kann. Die durch Knorpelleisten verursachte respiratorische Anosmie wird ja durch den Vorteil wieder aufgewogen, welchen der Geruchssinn durch die reichlichere Luftzufuhr in der erweiterten Nasenhöhle erfährt.

Beispiel: v. D. K..., 21 Jahre alt, Festungsartillerist. Rechts: olf. = $1/12$; links: olf. = 1.

Der Kranke leidet häufig an Verstopfung der Nase und an Heiserkeit, wie es auch gegenwärtig der Fall ist. Nasenrücken und Nasenspitze weichen nach rechts ab. Respirationsstrom rechts verschmälert und in sagittaler Richtung verkürzt, so dass der rechte Atemfleck beiläufig viermal kleiner ist als der linke. Rhinoscopia anterior: rechte Nasenhöhle enger als die linke infolge der Asymmetrie. Überdies links an der weiten Seite, zugleich der Seite der normalen Riechschärfe, zwei hinter einander gelegene Ekchondrosen. Beide sind kegelförmig, liegen der unteren Muschel gegenüber, welche sie berühren, ohne jedoch damit verwachsen zu sein. Die kegelförmigen Erhabenheiten sind beim Sondieren nicht zusammendrückbar. Rhinoscopia posterior: median gestelltes Septum, woran perspektivisch eine Wölbung nach links bemerkbar.

In Anbetracht einer allgemeinen Hyperämie, der Anschwellung und Schleimabsonderung wurde die Nasenhöhle täglich mehrmals mit einer

---

1) Auch bei den Säugetieren fehlen die Leisten und Dornen des Septums nicht. Zuckerkandl bildet dieselben an einigen Monotremen-Schädeln ab. Siehe seine Abb. 2, den Ornithorhynchus paradoxus, und Abb. 5, die Echidna hystrix betreffend.

lauwarmen $^1/_2$ procentigen Auflösung von Natriumbicarbonat gereinigt, und jeden anderen Tag mit 0,5 % in Amylum verteiltem Höllenstein eingeblasen. Durch dies Verfahren war der Respirationsstrom nach Verlauf einer Woche beinahe symmetrisch geworden und die Riechschärfe verbessert, rechts olf. = $^1/_2$, links olf. = $^3/_2$.

Diagnose: Asymmetrisehes Wachstum und dadurch einseitige respiratorische Anosmie. Hyperosmie an der Seite der Ekchondrosen.

Noch eine zweite Ausnahme verdient nähere Betrachtung. Wenn die Ekchondrose, wie so häufig, nicht eine kegelförmige Erhabenheit, sondern eine Leiste bildet, welche von vorn naeh rückwärts über einen großen Teil der Scheidewand hinzieht, dann kann sie außerordentlich hinderlich für die Geruchswahrnehmungen sein. Die in eine Nasenhälfte aspirierte Luft wird gezwungen, längs des Bodens der Nasenhöhle zu strömen, und sie kann durch Diffusion nicht zur Rieehspalte gelangen. In einzelnen Fällen jedoch ist eine solche Knorpelleiste sehr niedrig gelegen. Da sie in der Regel nach vorn zu in einiger Entfernung vom Nasenrücken aufhört, besteht reichliche Gelegenheit für die Luft, zwar um darüber hinzustreichen, aber nicht um unter sie durch den engen, noch am Boden offen gebliebenen Raum zu ziehen. Unter solchen Verhältnissen hat die Knorpelleiste zur Folge, dass die Atemluft höher als gewöhnlich in der Nase aufsteigt. Um so mehr wird dann der Luftstrom der Riechspalte sich nähern, und desto dichter wird das Riechgas sein, das durch Diffusion in die enge Spalte hineindringt. Wo diese Bedingungen vorhanden sind, wird man dann auch einer ungewöhnlichen Schärfe des Geruchssinnes begegnen, und wenn eine besondere Geruchsschärfe nicht vorhanden, zeigt es sieh zuweilen, dass durch eine Knorpelleiste erhalten worden ist, was sonst sicherlieh vom Riechvermögen verloren gegangen sein würde.

Beispiel: B... Riechschärfe: rechts olf. = $^1/_2{}'$; links olf. = $^1/_8{}'$. Nasenrücken und Nasenspitze weichen nach rechts ab, Exspirationsstrom rechts verschmälert. Rhinoscopia anterior: Knorpelleiste an der rechten verengerten Seite. Rhinoscopia posterior: normaler Zustand des Cavum pharyngonasale.

Diagnose: Allgemeine Abstumpfung des Geruehssinnes durch chronischen Katarrh. Infolge der rechtsseitigen Knorpelleiste eine etwas größere Riechschärfe an dieser Seite ungeachtet der Verengerung, welche der Atemweg erlitten.

Auch Dr. C. Reuter[1]) teilt solche Beobachtungen mit:

W., Tagelöhnersfrau, 49 Jahre alt. Hyperplasie der mittleren Muscheln, die beiderseits dem Septum anliegen. Leiste links am Boden.

1) C. Reuter, Zeitschrift f. klin. Medicin. Bd. XXII. Heft 1 u. 2.

Atemflecke symmetrisch. Olfactus: links $^1/_{35}$. Diagnose: rechts $^1/_{130}$. Respiratorische Anosmie infolge von Hyperplasie der mittleren Muscheln, links infolge der Leiste am Nasenboden besseres Riechvermögen.

B., Conditor, 20 Jahre alt. Nichtraucher. Rhinitis chron. S-förmige Deviation des Septums. Polypöse Hyperplasie der mittleren Muscheln, die beiderseits dem Septum anliegen. Rechts unten am Septum Exostose. Atemflecke symmetrisch. Olfactus: links $^1/_{125}$, rechts $^1/_{35}$. Diagnose: Anosmia respiratoria infolge von Septumverkrümmung und Hyperplasie der mittleren Muscheln. Rechts infolge der Leiste am Nasenboden besseres Riechvermögen.

Betreffs der Entstehungsweise der Verkrümmungen und Ekchondrosen befinden wir uns noch im Dunkeln. Darüber bestehen folgende Hypothesen:

Hypothese a. Die Verbiegungen, so wie auch die Kämme und Dornen werden als Eigentümlichkeiten des Wachstums aufgefasst. Diese Hypothese stammt bereits von Morgagni her. Er stellte sich vor, die Verkrümmung von oben nach unten entstehe durch das zu schnelle Wachstum des Nasenskeletes im Vergleiche mit dem der übrigen Gesichtsknochen. Es bedarf keines Beweises, dass dies keine Erklärung, sondern nur eine kurze Umschreibung ist, worin vor allem die Thatsache in den Vordergrund tritt, dass die Abweichung bei Kindern fehlt.

Wir haben bereits oben mitgeteilt, dass die Scheidewand außer in großer Ausdehnung auch in einem beschränkten Teile, nämlich jenem, welcher an den Boden grenzt, verbogen sein kann. Eine genaue Beschreibung dieser Abnormität finden wir bei dem soeben genannten Schriftsteller: »La cloison n'était ni courbée ni inclinée d'un côté; mais au-dessous de la moitié de la hauteur, un peu plus en arrière qu'en avant, une partie d'une étendue médiocre était concave à l'une des faces et convexe à l'autre; et cette convexité était d'autant plus remarquable, qu'une espèce de bord osseux dirigé obliquement soulevait la surface de la cloison au point que celle-ci touchait presque la surface du cornet correspondant. Cette partie était d'une étendue médiocre, comme je l'ai dit; mais elle n'aurait pas été d'une médiocre difficulté pour les chirurgiens.«[1])

1) J. B. Morgagni, De sedibus et causis morborum. Traduction de Destouet. Paris, Delahaye, 1866. Epist. 14. Art. 16. »Die Zwischenwand war weder gekrümmt, noch nach der Seite geneigt; aber unter der Hälfte ihrer Höhe, ein wenig mehr nach rückwärts als nach vorne, war ein Teil derselben von mäßiger Ausdehnung, an einer Seite concav und an der anderen convex, und diese Convexität war um so auffallender, als eine Art schräg gerichteten, knöchernen Saumes die Oberfläche der Zwischenwand so sehr hob, dass diese beinahe die Oberfläche der Muschel berührte. Dieser Teil war, wie bereits erwähnt, von geringer Ausdehnung, würde aber den Chirurgen keine geringe Schwierigkeit verursacht haben.«

Hartmann[1]) hat diesen Gedanken weiter ausgeführt. Er weist darauf hin, dass beim Embryo sich die Nasenhöhle mit der Scheidewand bildet, während von den Oberkieferfortsätzen die Gaumenplatten vorspringen, sich in der Mittellinie des Gaumens vereinigend. Während dieses Vorganges wächst vom Stirnfortsatz, die Nasenscheidewand nach abwärts aus und vereinigt sich in der Mittellinie mit beiden Oberkieferfortsätzen. So wachsen bei der Bildung der Nasenscheidewand zwei Teile einander entgegen.

Dadurch soll eine Verbiegung und Verdickung des Septums entstehen:

1) wenn das Wachstum der Scheidewand im Verhältnis zu anderen Teilen stärker stattfindet;

2) wenn die beiden Teile, aus welchen die Nasenscheidewand besteht, nicht gerade in der Mittellinie aneinanderwachsen;

3) wenn die Gaumenplatten höher zu liegen kommen, als es nach der Lage der anderen Teile geschehen sollte;

4) wenn das Wachstum an der einen Seite jenem an der anderen nicht entspricht.

Hypothese b. Eine andere vielfach erörterte Hypothese ist, dass eine Anzahl dieser Abweichungen durch in der Kindheit erlittene Verletzungen entstanden sein sollte, welche unter anderen auch von Ziem, Bresgen und jüngst wieder von Mauelaires aufrecht erhalten wurde.

Es kann nicht geleugnet werden, dass durch Verletzungen und deren Heilung in fehlerhafter Stellung Asymmetrien entstehen dürften. Dieser Vorstellung weniger entsprechend fand Zuckerkandl, dass die Verbiegungen viel häufiger an europäischen Schädeln vorkommen, als an Schädeln nichteuropäischer Völker. Es lässt sich nicht einsehen, dass die Kinder wilder Völker seltener auf die Nase fallen sollten als die unsrigen. Man möchte vielmehr das Gegenteil vermuten.

Hypothese c. Eine dritte Hypothese, welche wohl bei weitem die meisten Fälle zu erklären im Stande sein dürfte, ist aus jüngster Zeit[2]). Die Kämme und Dornen, welche von dem unteren Teil der Nasenscheidewand ausgehen, seien Hypertrophien des Jacobson'schen Knorpels. Beim Menschen werden von diesem Organe nur noch Spuren gefunden, nämlich: 1) ein feiner, nach rückwärts und oben laufender Canal, dessen Eingang beiläufig 8,5 mm über dem Nasenboden und ungefähr 23 mm von dem Septum cutaneum abliegt; 2) unmittelbar darunter, parallel damit laufend, ein kleiner Knorpelkamm[3]). Man muss zugeben, dass diese Auffassung sehr viel für sich zu haben scheint und dass überdies

1) Hartmann, Congrès 1890. Laryngologie et Rhinologie. p. 18.
2) Onodi, Löwe, X. int. med. Congr. 1890. Abtlg. XII. S. 28—30.
3) Potiguet, Revue de Laryngologie, d'Otologie et de Rhinologie. 1891. Nr. 21

die Localisation der Ekchondrosen so ganz mit der anatomischen Lage des Jacobson'schen Knorpels übereinstimmt, dass man kaum an der Richtigkeit dieser Annahme zweifeln kann. Dann tritt auch die oben erwähnte Beobachtung in ein überraschendes Licht, nämlich, dass die Riechschärfe durch die Anwesenheit einer zufälligen Ursache beträchtlich, z. B. bis aufs Doppelte des Normalwertes erhöht werden kann. Da es sich um eine physiologische Variation handelt, ist, was bei einer gänzlich pathologischen Bildung fast unbegreiflich wäre, diese Eigentümlichkeit wenigstens einigermaßen erklärlich.

Mayo Collier stellte in einer Versammlung der Britischen Gesellschaft für Laryngologie und Rhinologie eine wirklich logische Hypothese auf. Er bemerkte, dass die Verkrümmungen beinahe immer an dem dünnsten Teile der Scheidewand vorkämen, nämlich am vordersten und mittelsten Abschnitte, einem Teil daher, welcher durch eine oder die andere Kraft leicht verbogen werden kann. Solch eine verbiegende Kraft macht sich jedesmal fühlbar, wenn eine der Nasenhälften während einiger Zeit hinter einander geschlossen wird. Was immer auch der Anlass dazu sei, Katarrhe, Polypen, Entzündungen, immer wird in der abgeschlossenen Nasenhöhle bei jeder Einatmung eine Luftverdünnung entstehen müssen. Während des Schlafes, wenn die Zunge nach rückwärts sinkt und den weichen Gaumen beinahe berührt, wenn also das Atemholen durch den Mund nur mit Mühe stattfinden kann, ist der Grad dieser Luftverdünnung ziemlich bedeutend. Luftverdünnung an der einen Seite, gewöhnlicher atmosphärischer Druck an der anderen Seite müssen notwendigerweise zu einer Verbiegung der Scheidewand Anlass geben. Wie gering der manometrische Unterschied auch sein möge, eine so constant einwirkende Kraft kann nicht verfehlen, ihren Einfluss fühlbar zu machen. Diesen Ursachen gegenüber treten alle anderen zurück. Sie allein für sich selbst genügt bereits, das so allgemeine Vorkommen der Verbiegungen zu erklären. In der darauf folgenden Discussion wurde noch bemerkt, dass manchmal der Luftdruck die Wölbung des Gaumens zunehmen macht. Man braucht dabei nicht an einen unmittelbaren Einfluss zu denken, denn man kann sich sehr gut vorstellen, dass bei jenen Patienten, die den Mund offen zu halten genötigt sind, die Muskelspannung eine seitliche Compression der Kiefer bedingt. Ein eigentümlicher kielförmiger Gaumen wird dann auch bei Mundatmern sehr oft gefunden. Dieses Emporheben des Nasenbodens wird aber wieder zu den Verkrümmungen des Septums beitragen können [1].

[1] Auf die seitliche Compression, welche die Kiefer erleiden, wenn der Mund fortwährend geöffnet sein muss, hat schon 1874 J. Mezger hingewiesen (Pflüger's Archiv. Bd. X. S. 89). Er zeigte, dass bei geschlossenem Munde der Unterkiefer von

Durch Collier's Hypothese wird auch vollkommen klar, wie es kommt, dass die Ekchondrosen meistens an der convexen Seite sich befinden. Anfänglich erzeugten die Hypertrophien des Jacobson'schen Knorpels eine Stenose, welche bei einer leichten Erkältung zur Stagnation des Schleimes Anlass giebt. Der ungleiche Luftdruck an beiden Seiten der Scheidewand besorgt dann das Weitere und die Verkrümmung ist da.

Wir haben also in den Asymmetrien eine Ursache sowohl der Erhöhung als der Herabstimmung kennen gelernt. Wir nennen erstere Hyperosmie. Sie entsteht infolge eines Kammes oder einer Leiste am Nasenboden, wodurch die bogenförmige Strömung in der Nase höher emporzusteigen gezwungen wird. Der höchste Punkt dieser Strömung befindet sich unter normalen Verhältnissen bei ruhigem Atmen am unteren Rande der mittleren Muschel (Paulsen[1]), oder an jenem der oberen Muschel Franke). Sie steigt, infolge eines solchen Kammes, vermutlich ein Stück Weges in die Riechspalte hinauf, was beim Schnüffeln in noch höherem Maße der Fall ist; dann gerät unter gewöhnlichen Umständen ein Teil der aspirierten Luft in die Riechspalte, ist jedoch eine Leiste vorhanden, so wird alle Luft in die Spalte eindringen.

Die Herabstimmungen der Riechschärfe werden mit dem Namen Anosmien bezeichnet. Sie treten besonders auf, wenn die Verkrümmung oder die Leiste hoch gelegen ist und dadurch der Eingang in die Riechspalte verengert wird.

Sowohl die Hyperosmien als die Anosmien durch Asymmetrie des Nasenskeletes sind beide aller Wahrscheinlichkeit nach die gewöhnlichen Ursachen der Veränderungen der normalen Riechschärfe, wie wir sie im VIII. Abschnitte kennen gelernt haben; habe ich doch in meiner Tabelle eine Anzahl von Fällen aufgenommen, in welchen der Olfactus über oder unter der normalen Wertziffer lag. Sie finden ihre einfache Erklärung

---

dem Luftdruck getragen wird und im Munde selbst ein Saugraum negativen Drucks entsteht (man vergl. auch Donders, ibidem). Später hat Körner die mechanischen Verhältnisse mit Rücksicht auf unsere pathologischen Verhältnisse sehr sorgfältig geprüft (X. Versammlung süddeutscher und schweiz. Ohrenärzte, 25. Mai 1890, und in einer Monographie, Leipzig 1891). Einzelne seiner Abbildungen sind in Zarnico, Krankheiten der Nase, 1894, S. 58, übergegangen. Auch die Folgen für das Nasenskelet findet man in letzterem schönen Werke kritisch behandelt. Noch vor wenigen Tagen ist die ganze Frage noch einmal einer eingehenden Bearbeitung unterworfen worden in einer Schrift meines Landsmannes W. Posthumus Meyes: Over Nasaalstenose. Amsterdam 1894. Ich erlaube mir, auf diese Arbeit hinzuweisen nicht nur mit Bezug auf die Septumverkrümmungen, sondern ganz im Allgemeinen mit Rücksicht auf die pathologischen Störungen, welche nasale Stenosen nach sich ziehen.

1) Die spätere Publication Paulsen's bezieht sich, wie bereits erwähnt, auf sehr kräftige Inspirationen.

in den soeben beschriebenen Verhältnissen, unberücksichtigt natürlich des Einflusses, welcher von gänzlich unbekannten histologischen oder chemischen Abänderungen des Nervenendorganes vielleicht ausgeübt wird.

## B. Die toxischen Hyperosmien und Anosmien.

Eine zweite Quelle von nicht unmittelbar pathologischen Abänderungen des Geruchssinnes sind die Vergiftungen.

Ein Gift kann auf verschiedenen Bahnen zum Riechorgane gelangen. Vor allem durch die eingeatmete Luft. Auf diese Weise soll die Vergiftung stattgefunden haben in einem Falle, welchen Stricker in einer kurzen Anmerkung in Virchow's Archiv Bd. 41, 1868, berichtet. Ein Entomolog arbeitete lange Zeit mit Äther und atmete davon verhältnismäßig große Mengen während seiner Beschäftigung ein. Allmählich bemerkte er eine Abnahme seines Riechvermögens. Leider wurde der Zustand der Nasenhöhle nicht weiter untersucht; wenigstens ergiebt er sich nicht aus der Mitteilung. Es ist daher schwierig, dieser Beobachtung Gewicht beizulegen. Die eigentliche Bedeutung davon ist jedoch nach meiner Ansicht, dass sie die Aufmerksamkeit auf eine früher nicht beachtete Möglichkeit lenkt, was wahrscheinlich auch die Absicht des Berichterstatters gewesen sein dürfte.

Auch schädliche Flüssigkeiten können unmittelbar in die Riechspalte gelangen. So hat man beim Gebrauche der Nasendouche wiederholt beobachtet, dass der Geruch allmählich abgestumpft wird, was, als ein vorübergehender Zustand, immer der Fall ist, wenn man nicht etwa vollkommen indifferente Lösungen wählt. Als indifferent gilt seit Langem eine Auflösung von beiläufig 0,6 % — 0,7 % Kochsalz, was auch eine neuere Untersuchung Aronsohn's[1]) bestätigt. Für eine Anzahl anderer Stoffe zeigten sich gewisse Concentrationen gerade notwendig, wie Natriumbicarbonat 1,5 %, Natriumsulfat 2,9 %, Natriumphosphat und Magnesiumsulfat 4,4 %. Diese Zahlen sind ungefähr Mehrheiten der Procente der Kochsalzlösungen. Das doppeltkohlensaure Natron erfordert das Zweifache, das Glaubersalz das Vierfache und die beiden anderen Salze das Sechsfache des Kochsalz-Gehaltes[2]). Wählt man diese Stoffe in einer anderen Concentration, so wird das Riechvermögen geschädigt. Man hat dasselbe bereits von klinischer Seite beobachtet bei Verwendung von Alaunlösungen zu Nasendouchen.

Ebenso wird das Riechvermögen durch Einblasen von pulverförmigen

1) E. Aronsohn, Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie des Geruches. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1886. S. 321.

2) Osmoterische Äquivalente von Aronsohn.

Arzneistoffen benachteiligt. Dieses wurde durch Fröhlich's[1] Versuche genügend bewiesen. Morphin z. B. erzeugte eine örtliche Vergiftung. Man wird natürlich sich vorzustellen haben, dass das eingeblasene Pulver allmählich im Nasenschleime aufgelöst wird und dann erst seine Wirkung zu äußern anfängt. Es kann sein, dass das Gift zuerst resorbiert wird oder wohl auch direct den Weg zu den Elementen des Sinnesorganes findet. Wie dem auch sei, so scheint eine örtliche[2] Vergiftung in jedem Falle möglich.

Eine toxische Anosmie kann auch auf indirectem Wege zu Stande kommen. So bemerkte derselbe Beobachter, dass eine allgemeine Morphinvergiftung den Geruchssinn bedeutend abstumpft. Wir dürfen in Verbindung mit den eben angeführten Versuchen annehmen, dass auch diese Anosmie eine essentielle Anosmie gewesen. Diesmal drang das Gift weder mit der Luft, noch mit der die Oberfläche bedeckenden Feuchtigkeit zu den specifischen Riechzellen, sondern wurde dem Blutstrome entlang hingeführt.

Es giebt eine chronische Intoxication, welcher viele Männer sich aussetzen, nämlich die chronische Nicotinvergiftung, deren leichtere Grade sicherlich nicht die geringste Störung verursachen. Das Geruchsorgan scheint aber dadurch immer zu leiden, wenigstens nach meiner regelmäßigen Erfahrung haben Raucher einen mehr oder minder abgestumpften Geruchssinn, was man nur zum Teile durch die Katarrhe der Riechschleimhaut wird erklären können. Dieselben führen, wie ich hier nicht näher zu erörtern habe, ebenfalls zu Anosmie. Allein wenn die rhinoskopische Untersuchung und die Angaben des Kranken keinen Katarrh erweisen, wird diese Erklärung nicht wohl stichhaltig sein. Dann würde man noch an die Tabaksluft denken können, welche an den Kleidern und in der Mundhöhle der Raucher haftet, und einen Teil des Riechstoffes, den man zur Messung gebraucht, maskieren könne. Man wird gleichfalls auch den toxischen Einfluss des Alkaloides Nicotin nicht unbeachtet lassen. Eine leichte acute Nicotinvergiftung scheint jedoch nicht mit Herabstimmung der Riechschärfe verbunden zu sein[3].

Intoxicationen scheinen nebst Anosmien auch Hyperosmien hervor-

1) R. Fröhlich, Über einige Modificationen des Geruchssinnes. Wiener Sitzungsberichte. Bd. 6. Math.-naturw. Classe. 1851. S. 322.

2) Der Verdacht einer gleichzeitigen allgemeinen Vergiftung war bei diesen Versuchen genügend ausgeschlossen, da andere toxische Erscheinungen fehlten, und überdies die Wirkung auf eine Nasenhälfte beschränkt blieb, falls nur ein Nasenloch bepulvert wurde.

3) R. Fröhlich, Sitzungsberichte der Wiener Academie der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Abteilung. Bd. VI. 1851. S. 332. — In der Literatur aber ist ein Fall von Anosmie durch eine heftige Tabakvergiftung angeführt. Edw. J. Parker (citiert von Reuter, l. c.).

rufen zu können, welche Möglichkeit durch die Cocaïnvergiftung erwiesen wird. Diese giebt im Anfangsstadium zur Verschärfung des Riechvermögens, bei voller Einwirkung zu hochgradiger Anosmie Veranlassung.

Die Einrichtung meiner betreffenden Versuche war so einfach, dass wenige Worte sie genügend verdeutlichen werden. Ich blies, nach Bestimmung der Riechschärfe, mittels eines Federkieles ein wenig Cocaïnpulver in die Nase. Zu diesem Zwecke wurde salzsaures Cocaïn in Amylum zu einer Concentration von 5, 10 oder 20 % verteilt. Nach Einführung des Federkieles in den vordersten Teil der Nasenlöcher wurde das Pulver durch einen kräftigen Luftstoß aus einem Guttaperchaballon nach aufwärts getrieben. Ich fand, als ich dann sofort rhinoskopierte, meistens den Unterrand der mittleren Muschel und den angrenzenden Teil der Schleimhaut mit dem weißen Pulver bedeckt. Wir fügen hier ein paar erläuternde Versuche bei, deren Ergebnisse wir nachher in einer Tabelle vereinigen werden:

Versuch I. Bei einer Person mit normal gebautem und normal functionierendem Riechorgane wurde eines Abends in einer Stube bei geöffnetem Fenster bei 20° C. und 761 Barometerstand das minimum perceptibile rechts auf 1 cm des Kautschuk-Riechmessers bestimmt (1,5 cm gab einen sehr kräftigen Riecheindruck). Atemfleck rechts unbedeutend verkleinert mit erhaltener normaler Spaltung.

Ich blies hierauf sofort in die rechte Nasenhälfte $1/2$ ccm von einem 20 procentigen Cocaïnpulver (Murias Cocaini 1 Teil, Amyl. tritici 4 Teile), wodurch eine brennende Empfindung und geringer Thränenfluss erfolgten. Die Schleimhaut war nach fünf Minuten deutlich anästhetisch, so dass eine Sonde 3—4 cm weit eingeführt werden konnte, ohne irgend einen Reiz auszulösen. Zu gleicher Zeit gab die Versuchsperson an, sie hätte eine Empfindung, als ob die betreffende Nasenhälfte verstopft wäre, was jedoch thatsächlich keineswegs der Fall war, da der Atemfleck auf dem kalten Spiegel sich nun vollkommen symmetrisch zeigte[1]. Diese subjective Empfindung entstand vermutlich dadurch, dass das Gefühl von Berührung und Kälte, welches man erst hat, wenn die Luft durch die Nase zieht, jetzt hier fehlte, nachdem die Schleimhaut durch das Cocaïn vollkommen empfindungslos geworden war.

Die Riechschärfe wurde eine Viertelstunde nach dem Einblasen aufs neue bestimmt. Sie war jetzt bedeutend gesunken. Der Kautschuk-Riechmesser erwies sich nicht mehr als zureichend, sogar dann nicht, wenn der Cylinder über seine ganze Länge ausgeschoben wurde. Ich war daher genötigt, einen aus Gummi-Ammoniacum und Gutta-

1) Durch Schrumpfung der Schleimhaut unter dem Einfluss von Cocaïn.

percha verfertigten Riechmesser zu Hülfe zu nehmen. Der geringste in diesem Augenblicke wahrgenommene Reiz betrug nun, eine Viertelstunde nach der Einblasung, 9 cm des Ammoniacum-Guttapercha-Cylinders. Die Riechschärfe war daher beträchtlich herabgestimmt, vielleicht zu einem 200 mal niedrigeren Grad als vorher.

Die Abstumpfung galt nicht nur für die bei den oben genannten Riechmessern verwendeten Geruchsarten. Eine ganze Reihe anderer Gerüche demonstrierten die Anosmien mit gleicher Deutlichkeit. Dies war z. B. der Fall mit den Düften von gelbem Wachs, Juchtenleder, Cederholz, Palisanderholz, Moschuswurzel (Radix Sumbul), Cacaobutter und Tolubalsam. Alle diese Stoffe waren zu Riechmessern verarbeitet und es war daher nicht schwierig, den Grad der Abstumpfung genau und mit Sicherheit zu ermitteln. Andere Riechstoffe benutzten wir nur in ihrem ursprünglichen Zustande, ohne Gelegenheit gehabt zu haben, sie vorher über die Innenfläche eines olfactometrischen Cylinders zu verteilen. Die Verminderung der Riechschärfe konnte für diese Gerüche nur durch Abschätzung bestimmt werden, sie zeigte sich jedoch auch hier sehr beträchtlich. So hatte die Riechschärfe bedeutend abgenommen für Asa foetida, Nelkenöl, Anisöl, Ysopöl, Rosmarinöl, Rautenöl, Thymianöl, Eucalyptusöl, Pfefferminzöl, Spiköl, Baldrianöl, Lorbeeröl, Lavendelöl, Muscatnussöl, Kamillenöl (Ol. Cham. romanae), Kampferspiritus und Essigsäure in zweiprocentiger Auflösung. Ob die toxische Abstumpfung für alle diese Stoffe in gleichem Maße stattfinde, oder ob die Anosmie für den einen einen vielleicht höheren Grad als für einen anderen erreiche, wage ich nicht zu entscheiden. Dazu werden zahlreiche Bestimmungen erfordert, welche unter gehörigen Vorsichtsmaßregeln auszuführen sind, um den Einfluss der Ermüdung u. s. w. ausschließen zu können; ich werde mich daher enthalten, darüber meine Vermutungen auszusprechen.

Die Schleimhaut beginnt ungefähr eine halbe Stunde nach der Einblasung die Empfindlichkeit einigermaßen wieder zu gewinnen. Die Sonde kann jetzt nicht mehr, ohne eine Reizauslösung zu verursachen, eingeführt werden, wie es vorher der Fall war. Gleichzeitig wird auch die Riechschärfe wieder etwas größer. Die beigefügte kleine Tabelle giebt die minima perceptibilia, welche in verschiedenen Zeitpunkten die Grenze des Riechvermögens bildeten.

| Seit der Einblasung verflossene Zeit | Minimum perceptibile in Millimetern des Ammoniacum-Guttapercha-Riechmessers |
|---|---|
| 0 Minuten | weniger als 1 |
| 15 - | - - 90 |
| 30 - | - - 30 |
| 45 - | - - 15 |
| 1 Stunde 45 - | - - 5 |

In dem Augenblicke, als die Riechschärfe der rechten Seite auf den niedrigsten Grad herabgestimmt war, entsprach sie links 2 cm des Kautschuk-Olfactometers. Die Function der nicht mit Cocaïn behandelten Nasenhälfte war demnach nur in geringem Maße beeinträchtigt.

Versuch II. Bei einem Manne mit normal gebautem und normal functionierendem Geruchsorgane wurde eines Wintermorgens im großen Untersuchungssaale des hiesigen Militärspitals das minimum perceptibile auf 0,5 cm eines Kautschuk-Riechmessers gefunden. Das Instrument war nicht dasselbe wie jenes beim vorigen, ausführlich mitgeteilten Versuche, daher die Wertziffern nicht ohne Reduction unter einander verglichen werden können. Dazu würde das Verhalten der beiden Riechmesser bei den Temperaturen, bei welchen die Bestimmungen geschahen, genau untersucht werden müssen. Eine solche Vergleichung verschiedener Versuche ist jedoch für unseren Zweck, die Constatierung der Cocaïn-Anosmie, von keinem Belang und wir wollen daher ganz davon absehen.

Unmittelbar nach Bestimmung der beiderseitigen Riechschärfe wurde mittels eines Federkiels beiläufig $1/2$ ccm gepulverten, 10 % Murias Cocaini haltigen Amylums eingeblasen. Nach einer Viertelstunde war die Schleimhaut vollkommen unempfindlich und ich konnte die ganze Oberfläche derselben mit der Sonde betasten, ohne namhaftes Berührungsgefühl zu verursachen. Bei der Rhinoscopia anterior und posterior schien der untere Rand der mittleren Muschel mit dem weißen Pulver bestreut zu sein. Zwischen der Nasenscheidewand und dieser Muschel führte jedoch ein offener Spalt in die Fissura olfactoria. Ich bestimmte anschließend an diese Rhinoskopie die Riechschärfe, welche sich unter dem Einfluss des Cocaïns beträchtlich zugenommen zeigte. Wurde der Cylinder des Riechmessers nur ein paar Millimeter ausgeschoben, so spürte der Kranke einen deutlichen Kautschukgeruch. Dies war auch dann der Fall, wenn das Riechrohr des Instrumentes mehrere male kräftig durchgeblasen und der stets der Glaswand anhaftende Kautschukduft dadurch größtenteils entfernt wurde. Die

Riechschärfe war also unzweifelhaft größer als im Anfange des Versuches. Ob sie jedoch bis aufs Doppelte des ursprünglichen Wertes gestiegen war, ist eine Frage, die ich nicht bejahend beantworten kann. Der gewöhnliche Kautschuk-Riechmesser ist nämlich ein ungenaues Instrument bezüglich der ersten Millimeter der Skala. Der Vorderrand des Cylinders ist stets der Luft ausgesetzt und infolgedessen eines beträchtlichen Teiles seiner Riechkraft verlustig, verbreitet demungeachtet noch immer einigen Geruch, welcher sich dem von der Innenwand des Cylinders abgegebenen Geruche zugesellt. Da also der veränderliche Factor immer um einen constanten Betrag erhöht wird, geht die Proportionalität des Reizes und der Cylinderlänge solange verloren, bis dass durch weiteres Anschieben des Cylinders der veränderliche Factor sehr groß geworden im Vergleiche mit dem unveränderlichen, in welchem letzteren Falle man von dem Hinzugekommenen absehen kann. Daher rührt es, dass ein 4 cm langes Cylinderstück einen zweimal stärkeren Eindruck verschafft, als eines von 2 cm, ein 2 cm langer Cylinder einen doppelt so starken Eindruck, als ein Cylinder von 1 cm Länge, während dagegen ein $1/2$ cm langes Stück keineswegs für das Doppelte eines $1/4$ cm langen Stückes gelten kann. Wir sind daher nicht berechtigt, in unserem letzten Versuche die Riechschärfe als verdoppelt zu betrachten. Uns fehlt hier aus den angeführten Ursachen die genaue Messung, aber die Thatsache, dass eine Zunahme stattgefunden, bleibt dessenungeachtet unzweifelhaft. Es wurde also im ersten Augenblicke nach dem Einblasen des Cocaïnpulvers eine Vermehrung der Schärfe des Geruchssinnes festgestellt.

Eine andere Frage jedoch ist die, ob die Erhöhung des Sinnesvermögens an der eingeblasenen Seite ohne Weiteres dem unmittelbaren Einflusse des Alkaloids zugeschrieben werden müsse. Es ist eine den Rhinologen sehr wohl bekannte Nebenwirkung des Cocaïns, dass die Schleimhaut merklich blasser und dünner wird. Die Cocaïnisierung ist in Fällen, in welchen die Rhinoscopia anterior Schwierigkeiten bietet, ein sehr gewöhnliches Hülfsmittel, um den Umfang geschwollener Teile, z. B. hypertrophischer Muscheln, abnehmen zu machen und dadurch dem Auge einen Einblick zu den tiefer gelegenen Teilen zu verschaffen. Es wäre darum möglich, dass durch Einblasen von Cocaïn der Zugang zur Riechspalte breiter gemacht und die mechanischen Bedingungen für das Riechen verbessert würden. Diese Vermutung wird durch die unmittelbare Besichtigung gestützt, welche einen deutlichen Abstand zwischen der mittleren Muschel und der Nasenscheidewand ans Licht bringt; natürlich ohne dass daraus geschlossen werden dürfte, die Hyperosmie müsse ganz und ausschließlich dem mechanischen Momente zuzuschreiben sein. Was wir über

Cocaïnvergiftung im Allgemeinen wissen, macht es vielmehr wahrscheinlich, dass die Hyperosmie auch auf einer Hyperästhesie des Sinnesorganes beruhe, die dann zugleich mit dem begünstigenden Einflusse eines geräumigeren Zuganges diese nicht unbeträchtliche Verschärfung des Geruchsorganes hervorbrachte[1]).

Der Zustand der Hyperosmie dauerte ungefähr eine Viertelstunde. Der Kranke musste während der folgenden halben Stunde sich selbst überlassen bleiben ohne Vornahme einer genauen Untersuchung, welche jedoch pünktlich nach Verlauf einer Stunde nach der Einblasung wieder angestellt wurde. Die Rhinoscopia anterior erwies nun keinerlei Veränderung, ebensowenig hinsichtlich der Weite des Zuganges zur Riechspalte. Um so größer war die functionelle Veränderung. Das minimum perceptibile des Kautschukgeruches war in diesem Augenblicke fünfmal größer als das normale. Erst als der Olfactometer auf 2,5 cm ausgeschoben wurde, empfing der Kranke eine deutliche Wahrnehmung. Es bestand also, wie in dem vorher mitgeteilten Versuche, eine sehr merkliche Anosmie. Sie erreichte hier wohl nicht einen so hohen Grad wie im vorigen Falle, erstens weil die Cocaïngabe viel geringer gewesen (10 % Pulver anstatt 20 %), und zweitens, weil ich den günstigsten Augenblick der größten Unempfindlichkeit hatte vorübergehen lassen. Jedenfalls betrug das minimum perceptibile eine Viertelstunde nach der eben erwähnten Zunahme der Anosmie bereits wieder 2 cm, so dass die Abnahme der Abstumpfung, sicherlich in diesem Zeitpunkte, wahrscheinlich bereits früher begonnen hatte.

Es wäre überflüssig, diesen beiden, einander ergänzenden Beobachtungen noch weiteres hinzuzufügen. Die Ergebnisse einiger anderer Versuche, welche in der Hauptsache mit den obigen übereinstimmten, zeigten nur graduelle Abweichungen. Die notwendigen Controlversuche (einfaches Lufteinblasen, Insufflation von Amylum ohne Alkaloid) wurden nicht unterlassen und ebenso darauf geachtet, dass die Personen, welche den Versuchen unterworfen wurden, in gewöhnlichen Zeiten ungefähr gleichbleibende Riechschärfe besaßen.

Die folgende Tabelle vereinigt übersichtlich die gewonnenen Ergebnisse. Der Cocaïngehalt des eingeblasenen Pulvers ist über den senkrechten Spalten ersichtlich. Die eingeblasene Menge betrug, obgleich nicht genau bemessen, beiläufig $^1/_2$ ccm. Die Buchstaben *A* und *B* bezeichnen die verschiedenen Versuchspersonen, während die aufrecht gedruckten arabischen Ziffern auf den Kautschuk-Riechmesser, die schräg gedruckten auf den Ammoniacum-Guttapercha-Olfactometer sich beziehen.

1) Auch Fröhlich (l. c.) beobachtete eine toxische Hyperosmie, nämlich bei örtlicher und allgemeiner Strychninwirkung.

Cocaïn-Anosmie.

| Zahl der Minuten nach der Einblasung | 1 % | 5 % | | 10 % | | 20 % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | A | B | |
| Vor der Einblasung | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 1,0 |
| 5′ | — | — | 2,9 | — | — | — |
| 10′ | — | — | — | 3.5 | — | — |
| 15′ | 1,0 | 1.5 | 3,1 | — | 0,1 | 〉10,0 |
| 20′ | — | — | 0,2 | — | — | *9,0* |
| 25′ | — | — | — | — | 0,1 | — |
| 30′ | 1,0 | — | 2,3 | — | — | — |
| 40′ | 1,0 | — | — | — | — | *5,0* |
| 50′ | — | — | — | — | 2,5 | — |
| 60′ | — | — | — | — | 2,0 | *1,5* |
| 1 Stunde 30′ | — | — | 1,5 | 1.5 | — | — |
| 2 Stunden — | — | — | — | — | — | *0,5* |

Aus obigen Angaben können wir folgende Schlüsse ziehen:

1) Cocaïn, in genügender Menge an dem oberen Teile der Nasenschleimhaut resorbiert, verursacht eine vorübergehende Anosmie.
2) Der Anosmie geht eine olfactorische Hyperosmie voraus.
3) Die Anosmie gilt gleichzeitig für eine Anzahl Geruchsqualitäten.

## C. Hyperosmien und Anosmien nervösen Ursprunges.

Wie sehr wir auch beabsichtigten, in dieser Schrift das eigentliche Gebiet der Pathologie nicht zu berühren, fühlen wir uns dennoch genötigt, hier noch bei einigen nervösen Störungen des Geruchssinnes zu verweilen, welche bei gesunden Leuten vorkommen können und darum auch dem experimentierenden Physiologen wichtig sind.

Die erwähnten Störungen sind in erster Reihe Hyperosmien und Idiosyncrasien gegen bestimmte Gerüche, wie sie vielfältig bei hysterischen Männern und Frauen angetroffen werden. Es ist in dieser Beziehung noch wenig bekannt. Wir finden in der Literatur zwar Erwähnung einer großen Anzahl von Berichten über Personen, welche außerordentlich schwache Gerüche aus weiter Entfernung wahrzunehmen vermochten, mit anderen Worten, die eine besonders große Riechschärfe (Hyperosmie)[1] besaßen, sowie von Mitteilungen über Leute,

1) Vergl. Vintschgau in Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. III. 2. S. 283 u. 285.

denen gewisse Geruchseindrücke unerträglich waren; wir können jedoch diesen absonderlichen Fällen, welche einfach nur auf den subjectiven Angaben der betreffenden Kranken beruhen, kaum großen Wert beilegen.

Gleichwohl giebt es einen periodisch sich wiederholenden physiologischen Zustand bei Frauen, welcher sehr wohl für genaue olfactologische Untersuchungen geeignet ist, nämlich die Schwangerschaft, in deren Verlauf, besonders während der ersten Monate, die Hyperosmie nach Aussage aller Berichterstatter etwas sehr Gewöhnliches ist. Es fehlen jedoch bislang olfactometrische Bestimmungen.

Nervöse Anosmien sind bei weitem nicht so häufig wie Abstumpfungen des Geruchssinnes durch Stenose des Atemwegs (respiratorische Anosmien) oder durch Affection des Sinnesepitheliums (essentielle Anosmien). Sie kommen dessenungeachtet vor, und wir wollen daher einige hauptsächlich aus eigener Erfahrung geschöpfte Beobachtungen mitteilen, zugleich mit den zum richtigen Verständnis des Gegenstandes notwendigen, leider nur allzu dürftigen Literaturangaben.

Von den angeborenen Anosmien haben gewiss die meisten einen nervösen Charakter. Nach Kundrat, welcher eine vortreffliche Abhandlung über Monstruositäten ohne einen centralen Riechapparat, nämlich über die Arhinencephalen, geschrieben, kommen leichtere Grade hier und da bei übrigens vollkommen wohlgebildeten Individuen vor. Und in der That hatte kein Geringerer als Claude Bernard, zur Zeit als er noch Assistent Magendie's war, einmal die Leiche einer jungen Frau zergliedert, bei welcher die Geruchsnerven gänzlich fehlten. Man findet diese Gehirne in den »Leçons sur le système nerveux« abgebildet. Bernard hatte sich bemüht, den Familienbeziehungen dieser Verstorbenen nachzuforschen und über ihren Lebenslauf Erkundigungen einzuziehen. In den Berichten der Familie war allerdings von Geruchlosigkeit nicht die Rede, aber jedenfalls könnte man schließen, dass durchaus nichts vorhanden war, was auf eine Monstruosität hätte hindeuten können. Wir begegnen in der Literatur vereinzelt noch mehreren anderen ähnlichen Fällen [1]).

Angeborene Anosmien, welche auf Mangel des Olfactorius beruhen, wird man, wie mir scheint, am ehesten bei Individuen mit einer schmalen Stirn erwarten können, da dies mit einer unentwickelt gebliebenen Lamina cribrosa des Siebbeins zusammenhängen kann. Ferner ist es wahrscheinlich, dass bei solchen Individuen, wenigstens wenn sie eine Ver-

1) Rudius, 1600, Rolfinet, Falkenberg, Magnamus, citiert nach Cloquet S. 733. Eschricht, Fatmer, Valentin, Rosenmüller, Cerutti. Pressat, citiert nach Longet, Anatomie et Physiologie du Système nerveux. I. S. 38. — Unlängst auch ein Fall Trillesky's. — Der wiederholt in die Literatur aufgenommene Fall Berard's soll nach dessen eigenem Geständnis wertlos sein.

wandtschaft mit Arhinencephalen zeigen, eine Störung im Wachstume der Nase vorkommen dürfte und zwar derart, dass die Nasenscheidewand kurz und der Gaumen ungewöhnlich gewölbt sein wird. Obgleich ich bei allen mit dieser Eigentümlichkeit behafteten Personen nach einer angeborenen Anosmie gesucht hatte, konnte ich dennoch bisher nur einen einzigen Fall finden. Es war ein intelligenter Mann mittleren Alters. Er war weder in seiner Jugend, noch später jemals im Stande, etwas zu riechen. ‚Blumen-, Theer- oder Gasgerüche, oder was immer von Düften im täglichen Leben vorkommen mag, nichts konnte ihm je die geringste Geruchsempfindung verschaffen. Selbstverständlich hatte der Mann Geschmacksempfindungen, jedoch weil die Geruchscomponenten wegfielen, machten diese auf den Laien einen sonderbaren Eindruck. Alle feinen duftenden Gerichte, welche für normale Personen Leckerbissen sind, waren ihm gleichgültig. Dagegen war seine Mundschleimhaut beim Speisengenusse sehr feinfühlig für Tasteindrücke.

Häufiger als angeborene Anosmien findet man Leute mit vollständigem, erst nach Verlauf der ersten Kindheit entstandenem Geruchsmangel. Es kommt wiederholt vor, dass pathologische Processe in der Nasenhöhle ausgeschlossen werden können, und dessenungeachtet eine absolute Anosmie besteht, welche unbemerkt sich während der Jugendjahre entwickelte. Es wäre wohl möglich, dass diese auf einer fehlerhaften Entwickelung des Geruchsorganes beruhe, dass sie also den leichtesten Grad von Arhinencephalie vorstellt. Es verdient wenigstens Beachtung, dass als zufälliger Befund bei Leicheneröffnungen häufig eine Sclerose des Ammonshornes entdeckt wird, welches corticale Organ bekanntlich zum Riechcentrum gehört. Gleichwohl muss man bei der klinischen Beurteilung vorsichtig sein, was aus den drei Fällen hervorgeht, welche genau zu beobachten ich in der Lage war.

Einer derselben betraf eine junge Dame von 17 Jahren, welche in ihrem vierten Lebensjahre an Diphtherie erkrankt gewesen sein soll. Es war jedoch weder im Pharynx, noch in der Nasenhöhle irgend etwas zu entdecken, was als ein Überbleibsel dieser Krankheit hätte betrachtet werden können; im Gegenteile, die peripherischen Organe zeigten sich bei der vorderen und hinteren rhinoskopischen Untersuchung vollkommen normal. Dennoch war die Kranke absolut anosmisch. Nachdem ich einige Zeit Strychnin-Einblasungen angewendet hatte, gelang es mir zum erstenmale Geruchswahrnehmungen zu constatieren. Obwohl die Unterscheidung von Gerüchen noch immer viel zu wünschen übrig ließ, war schließlich die Riechschärfe doch auf 4 cm des Radix Sumbul- (Moschuswurzel) Riechmessers als Maß der Reizschwelle gestiegen. Was vorher scheinbar eine absolute Anosmie war, ergab sich daher bei näherer Untersuchung nur als eine relative, nicht als ein Mangel des Geruchsvermögens,

sondern blos als eine Riechschwäche, welche wohl durch eine andere Ursache veranlasst gewesen sein dürfte, als durch einen Entwickelungsfehler. Vielleicht war es wirklich eine post-diphtheritische essentielle Anosmie, vielleicht wohl auch eine Form der hysterischen Anosmien, die nach Strümpell's (nicht nach meiner eigenen) Erfahrung so häufig vorkommen sollen.

Der andere Fall betraf einen 24jährigen Fabrikanten[1], der zwischen seinem 17. und 20. Lebensjahre allmählich den Geruch verloren hatte, ohne dass mittlerweile andere pathologische Erscheinungen aufgetreten waren. Er konnte selbst nicht die stärksten Riechstoffe wahrnehmen, unter welche ich Allylsulfid, Benzaldehyd u. s. w. rechne. Die rhinoskopische Untersuchung brachte jedoch in der übrigens vollkommen normalen Nasenhöhle eine deutliche Schleimanhäufung am Eingange der Riechspalte ans Licht. Offenbar war dieser Schleim aus den höheren Teilen nach abwärts gesunken, wenigstens sah man ihn im retropharyngealen Spiegelbilde bis dicht ans Nasendach hinauf reichen.

Wir hatten also hier mit einem sehr seltenen Fall einer umschriebenen katarrhalischen Entzündung der Riechschleimhaut zu thun gehabt. Die Katarrhe der Nasenhöhle localisieren sich in der Regel in der untersten Abteilung, da, wo der Luftstrom mechanische und thermische Reize unaufhörlich hineinführt, wo zugleich auch die häufigsten Gelegenheitsursachen zu erneuerten Infectionen bestehen[2]. Es scheint jedoch, dass auch der oberste Teil, und zwar befremdend genug, beiderseitig beteiligt sein kann. Aus beiden eben angeführten Beispielen ersieht man, dass eine einfache, absolute Anosmie in der That Folge ungewöhnlicher pathologisch-anatomischer Processe in der Riechspalte, d. h. eine essentielle Anosmie sein könne. In manchen Fällen, in welchen die obwaltenden Verhältnisse und die Dauer der Beobachtung weniger günstig sind, wird man daher in Ungewissheit über die eigentliche Art des Leidens bleiben müssen.

Ein Gegenstück zu den angeborenen Anosmien bilden die senilen Formen. Ich verwerte hier einige sehr charakteristische Fälle aus meiner Praxis. Gesunde, noch sehr rüstige Männer und Frauen vorgerückten Alters, verlieren allmählich das Riechvermögen nach vorangegangenen sehr deutlichen Parästhesien. Letztere sind zu wenig definiert, um Hallucinationen genannt werden zu können. Sie sind intermittierend, treten

1) Die Schwester dieses Fabrikanten litt an einer primären Sclerose des Mittelohres. Man vergleiche über die Beziehungen der Anosmie zur Sclerose G. Gradenigo, Reale Accademia di medicina di Torino 4 Mai 1894, wo jedoch der Zusammenhang nur in vorhergegangener Rhinitis gesucht wird.

2) Vergl. Anosmie. Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde. 1889. Nr. 1.

plötzlich auf und verschwinden wieder ebenso plötzlich. Ein andermal sind sie continuierlich, aber auch in diesem Falle Besserungen und Verschlimmerungen unterworfen. Gewöhnlich ist das Symptom sehr veränderlich und den Gemütszustand beeinträchtigend. Einmal klagen die Kranken über einen brenzlichen Geruch, ein andermal über einen apothekenartigen Geruch, bisweilen auch über unbestimmte, unangenehme, an Fäcalgestank erinnernde Geruchswahrnehmungen. Sehr störend sind in solchen Fällen lange andauernde Nachempfindungen, so dass der Kranke einen Geruch, der übrigens nichts außergewöhnliches an sich hat, z. B. den Duft von Speisen und Getränken, stundenlang nicht mehr loswerden kann. Es sei erlaubt, einige Beispiele vorzuführen.

I. Fall von linksseitiger Anosmia respiratoria, compliciert mit seniler Anosmie, bei welcher die Riechschärfe rechts auf $^1/_2$, links auf $^1/_{45}$ gesunken. Ich fand nämlich als minimum perceptibile rechts 2 cm Kautschuk, links 1,5 cm Ammoniacum-Guttapercha (letzterer Stoff riecht ungefähr 30 mal stärker als der erstere). Langdauernde Nachempfindungen. Parästhesien von unbestimmt brenzlichem Charakter.

II. Fall von Anosmia senilis bei einem 44 jährigen Manne, der zugleich auch eine frühzeitige Verkürzung der Tonscala zeigte. Riechschärfe rechts auf $^1/_5$, links auf $^1/_{20}$ gesunken. Parästhesien vorzüglich während der Nacht, welche der Kranke deshalb schlaflos verbringt.

III. Fall von Anosmia senilis mit sehr ausgesprochenen Nachempfindungen. Riechschärfe bei ganz normaler Nasenhöhle rechts auf $^1/_{10}$, links auf $^1/_{50}$ gesunken. Parästhesien von unbestimmt brenzlichem Charakter.

IV. Fall von Anosmia absoluta. Die Parästhesien hatten zuerst den Charakter eines unbestimmten Fäcalgestanks; später nach Gebrauch von Bromkalium erinnerten sie an den Kräutergeruch einer Apotheke. Im ersten Zeitraume konnte der Kranke selbst den penetrantesten Scatolgeruch, der damals doch seiner Parästhesie ganz entsprach, durchaus nicht wahrnehmen.

Diesen senilen Anosmien vielleicht nahe verwandt sind die merkwürdigen vorübergehenden Störungen des Geruchssinnes, welche ich zweimal nach Influenza beobachtete, wozu mir die Gefälligkeit der behandelnden Ärzte Gelegenheit bot.

I. Der erste Fall betraf eine 30jährige Frau, Mutter von vier Kindern. Sie erkrankte im Januar 1890 an Influenza mit hochgradigem, acht Tage währendem Fieber, Schmerzen in der rechten und in der linken Seite und im Unterleibe. Nach Aussage der Kranken Verlust des Geruches und teilweise des Geschmackes, welcher sich auf Wahrnehmung des Bittern, Salzigen, Sauren und Süßen beschränkte, sonst aber keinerlei

anderer Unterscheidung fähig war. Sie behauptet, damals durchaus nicht erkältet gewesen zu sein, was auch am 30. April 1891, zur Zeit als sie unter meine Beobachtung kam, gewiss nicht der Fall war. Rhinoskopisch konnten auch damals keinerlei Veränderungen entdeckt werden. Dessenungeachtet betrug die Riechschärfe weniger als $^1/_{1000}$ des Normalwertes. Eine Woche später war die Riechschärfe auf $^1/_{200}$ und nach Verlauf noch einer Woche links auf $^1/_{10}$ und rechts auf $^1/_{300}$ gestiegen, und war am 19. Mai beiderseits wieder normal geworden.

II. Der zweite Fall betraf einen Mann von 51 Jahren, Vater einer zahlreichen Familie. Zur Zeit der Untersuchung war die Riechspalte bequem zugänglich; Riechschärfe rechts $^1/_{150}$, links sicherlich geringer als $^1/_{8000}$. Nach seiner Aussage war abends die Anosmie vollständig, so dass er nicht im Stande war, irgend etwas gehörig zu kosten. Gesichtsfeld und Gehörslinie[1]) waren bei ihm vollkommen normal.

Die Bedeutung solcher nach Influenza aufgetretenen Anosmien ist noch unentschieden. Unwillkürlich wäre man geneigt, eine Analogie derselben mit der Anaesthesia retinae, wie sie nach Typhus u. s. w. vorkommen soll, zu suchen. Die angeborenen, senilen und Erschöpfungs-Anosmien haben in einem gewissen Sinne einen allgemeinen Charakter. Wir haben zwar Hoffnung, dass weitere Untersuchungen für jede dieser Abweichungen eine mehr specielle Localisierung ans Licht bringen werden, allein bislang können nur Hypothesen darüber aufgestellt werden. Es wäre z. B. für die angeborene Anosmie ein rudimentär gebliebenes Ammonshorn mit nachfolgender fehlerhafter Entwickelung des Tractus olfactorius nicht unwahrscheinlich; für die senile Anosmie besteht die Möglichkeit, dass als eigentliche Ursache derselben eine Degeneration des Riechkolbens mit Bildung von Corpora amylacea gefunden werde[2]); für die Erschöpfungsanosmien möchte ich annehmen, gerade auf Grund der plötzlichen Ermüdungen, dass der eigentliche Sitz der Empfindlichkeit im Sinnesepithelium zu suchen sei.

Alle diese Erklärungsversuche sind jedoch nur Vermutungen; und von dem einfachen unbefangenen Standpunkte, den der Kliniker einzunehmen hat, geht unsere Kenntnis nicht weiter, als dass man weiß, dass die eben erwähnten Anosmien weder in respiratorischen Hindernissen, noch in pathologisch-anatomischen Veränderungen der Riechschleimhaut begründet sind.

Im Vorhergehenden haben wir die Typen der Geruchsstörungen beschrieben, wie solche bei gesunden Leuten zuweilen vorkommen. Sie

1) Zeitschrift für Psychologie. Bd. VII. S. 10.

2) Vergl. J. L. Prévost, Gazette médicale de Paris. 1866, citiert nach Virchow u. Hirsch. Jahresbericht. 1866. II. S. 45.

entsprechen, wenn wir von der Hyperosmie absehen, den drei Formen der pathologischen Anosmien, welche ich an anderer Stelle [1]) unterschieden habe, und die jetzt ziemlich allgemein angenommen werden. Die besagten drei Formen sind:

1) Anosmia respiratoria,
2) Anosmia essentialis,
3) Anosmia intracrania.

Eine vierte Form, die Anosmia gustatoria, welche bei Abschließung der Choanen auftritt, können wir hier übergehen.

a. Prototyp der ersten Form, der Anosmia respiratoria, ist — wir brauchen es nicht hervorzuheben — die durch Asymmetrie des Wachstumes des Nasenskeletes verursachte Anosmie, welche anfänglich immer einseitig ist.

b. Prototyp der zweiten Form ist die toxische Anosmie, z. B. jene durch örtliche Cocaïn-Vergiftung. Sie tritt an der Seite auf, an welcher der Giftstoff mit den Riechzellen in Berührung kommt, oder wenigstens in deren Nähe gebracht wurde. Wir können diese Form eine essentielle Anosmie nennen, weil die Sinnesschleimhaut als solche dabei unthätig wird.

c. Prototyp der dritten Form endlich ist die Anosmie, welche auf Fehlen oder mangelhafter Entwickelung des Ammonshornes und des Riechkolbens beruht. Diese Form wurde bisher nur doppelseitig gefunden.

Das rein Pathologische wollen wir hier übergehen. Vor kurzem bearbeitete Dr. Reuter auf Grundlage dieser Einteilung das über diesen Gegenstand Bekannte in einem Abschnitte der »Bibliothek der gesamten medicinischen Wissenschaften«, Artikel »Geruchsempfindungsstörungen« (Heft 16 u. 17).

Es ist nicht meine Aufgabe, in einer Physiologie des Geruches diese Ergebnisse nochmals zu sammeln, und verweise daher auf die betreffende Abhandlung, doch möge hier noch die allgemeine Bemerkung Platz finden, dass die respiratorischen Anosmien viel häufiger angetroffen werden als die essentiellen und intracraniellen. Dies ist übrigens eine Erscheinung, welche in der Pathologie der beiden anderen höheren Sinnesorgane, des Auges und des Ohres gleichfalls vorkommt. Auch hier sind die Affectionen des Zuleitungsapparates gewöhnlicher als jene des Endorganes oder des centrales Apparates. Die Ursache davon mag vermutlich sein, dass der Zuleitungsapparat infolge seiner peripheren Lage, seiner vielfältigen Berührungen mit physischen und chemischen Schädlichkeiten, so wie dass er beständig dem Eindringen pathogener Mikroorganismen ausgesetzt ist,

1) Anosmie, eine klinische Analyse. Übersetzt von C. Reuter. Berliner Klinik. Nr. 26. 1890.

viel mehr von Krankheiten ergriffen wird, als das verborgen und demnach geschützt liegende eigentliche Sinneswerkzeug. Es scheint daher auch die Pathologie des Zuleitungsapparates des Geruchsorganes, der Pars respiratoria der Nasenhöhlen, besonders reichhaltig zu sein. Ganze Handbücher, z. B. das vortreffliche Werk Zarniko's[1]), beschäftigen sich besonders mit diesem Gegenstande. Eine Anzahl der in solchen Schriften behandelten rhiniatrischen Abweichungen führen, ohne dass das eigentliche Geruchsorgan durch sie gelitten hat, zu Anosmien, welche dann rein respiratorischen Charakters sind. Daraus lässt sich jedoch bereits mit Gewissheit schließen, dass auch die Veränderungen, welchen die Pars respiratoria innerhalb physiologischer Breite unterworfen ist, nicht ohne Einfluss auf die Functionierung des Sinnesorganes bleiben können. Solche physiologische Schwankungen im Zustande des Zuleitungsapparates sind z. B.:

1) die wechselnde Schwellung der Schleimhaut in der Pars respiratoria,
2) die größere oder geringere Absonderung des Nasenschleimes.

Die Veränderungen der Blutfülle werden in der Nasenschleimhaut sehr bedeutend sein, da ein großer Teil derselben zum sogenannten cavernösen Gewebe gehört[2]). Die ganze Schleimhaut in der Pars respiratoria ist von ihrer periostalen Seite an bis zur subepithelialen Schicht von Blutleitern durchsetzt. Die Drüsen sind in die Schwellkörper eingesenkt, welche besonders an der unteren Muschel und am hinteren Ende der mittleren und oberen Muschel stark entwickelt sind. Es zeigt nämlich diese Schleimhaut in ihrem Baue eine auffallende Ähnlichkeit mit den Corpora cavernosa urethrae, mit dem Unterschiede jedoch, dass sie während der Turgescenz sich leicht mit einer Sonde comprimieren lässt.

Die Füllung und Entleerung dieser Nasenschwellkörper unterliegt dem regulierenden Einflusse des Nervensystems, welcher nach Zuckerkandl's Vermuten vom Ganglion spheno-palatinum ausgeht. Vasodilatatorische Reize würden Erweiterung, vasoconstrictorische Reize dagegen Verengerung zur Folge haben, wobei nicht nur die zuführende Arterie (Arteria nasalis posterior), sondern auch das cavernöse Gewebe selbst beteiligt sind, denn abgesehen von pathologischen Zuständen, ist es nach Entleerung straff über die Muscheln gespannt. Dies sind jedoch nur beiläufige Mutmaßungen Zuckerkandl's.

1) Dr. Carl Zarniko, Die Krankheiten der Nase, ihrer Nebenhöhlen und des Nasenrachenraumes. Berlin 1894.

2) Zuckerkandl, Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle. Bd. I. S. 141.

Nähere experimentelle Untersuchungen wurden von François Franck[1]) angestellt.

J. P. Morat hatte bereits früher wichtiges Material gesammelt. Er stellte alles, was er im Verein mit Dastre seit etwa zehn Jahren nachgeforscht hatte, unter dem Titel »Recherches sur les vasomoteurs de la tête« in den »Archives de Physiologie normale et pathologique[2]) zusammen. Sie untersuchten sehr eingehend die vasomotorische Innervation der Regio bucco-facialis, d. h. jener Gegend des Gesichtes, welche die Wangen, die Lippen, das Zahnfleisch, den Gaumen und die Nasenlöcher, sowie auch einen Teil der Nasenhöhle umfasst. Der zweite Ast des Nervus trigeminus enthält unzweifelhaft gefäßerweiternde Fasern für dieses Gebiet, denn bei Reizung dieses Nervs entsteht eine lebhafte und umschriebene Rötung. Die besagten Fasern stammen größtenteils aus dem Sympathicus, der sie seinerseits aus dem dorsalen Teile des Rückenmarks empfängt. Es ist nun die Frage, an welcher Stelle seines Verlaufes der Trigeminus die sympathischen Vasomotoren aufnehme. Früher glaubte man im Ganglion spheno-palatinum s. Meckelii; Dastre und Morat erwiesen jedoch durch ihre neuen Untersuchungen, dass dies hauptsächlich im Ganglion Gasseri geschieht. Die sympathischen Fasern treten durch Vermittelung einer Anastomose des fünften Gehirnnerven mit dem Plexus caroticus internus in den Trigeminus an jener Stelle über, wo die Carotis interna auf ihrem Wege durch das Felsenbein in die unmittelbare Nähe des Ganglion Gasseri gelangt. Der fünfte Gehirnnerv führt außer diesen hinzugetretenen Fasern auch von seinem Ursprung an gefäßerweiternde Fasern für das Gesicht. Denn wenn man den Halsteil des Sympathicus durchschnitten und die infolge dessen eintretende Degeneration der Fasern im peripheren Stücke abgewartet hat, wird es doch noch gelingen, vom Trigeminus aus eine arterielle Hyperämie in der Regio bucco-facialis hervorzurufen. In diesem Falle müssen die vasodilatatorischen Nerven einen außerhalb des Sympathicus gelegenen Ursprung haben, welcher aller Wahrscheinlichkeit nach im verlängerten Mark zu suchen sein wird[3]).

Morat's Untersuchungen hatten also zu der Schlussfolgerung geführt, dass die seit Jahren bekannten gefäßerweiternden Nerven, welche in den beiden untersten Trigeminus-Zweigen vorkommen, teils sympathischen, teils bulbären Ursprunges sind, und dass der Übergang aller sympathischen vasodilatatorischen Fasern aus dem Sympathicus in den Trigeminus

1) François Franck, Archives de Physiologie normale et pathologique. 1889. S. 691.

2) J. P. Morat, ibidem. 1889. S. 197.

3) F. Franck bewies kurz darauf, dass die sogenannten eigenen vasodilatatorischen Fasern des Trigeminus nicht aus dem Nervus facialis stammen.

an der Stelle des Ganglion Gasseri stattfindet. Darunter sind auch Fasern mit inbegriffen, welche zur Nasenschleimhaut führen. François Franck hat in einer: »Contribution à l'étude de l'innervation nasodilatatrice de la muceuse nasale[1]) erstens Morat's Resultate bestätigt und zweitens sie ergänzt. Der zweite Ast des Trigeminus versorgt nur den hintersten und untersten Teil der Nasenhöhle mit sensitiven und vasomotorischen Nerven, während der vorderste und oberste Teil derselben durch Verästelungen des Nervus ophthalmicus innerviert wird. F. Franck entdeckte nun, dass der Ramus ophthalmicus gleichfalls Gefäßfasern mit sich führe. Reizung der Nervenbahn in ihrem Verlaufe (durch die Orbita) verursacht eine heftige Hyperämie des vorderen Teiles der unteren Nasenmuschel, welche auch in diesem Falle, wenigstens teilweise, auf eigenen vasomotorischen Fasern des Trigeminus beruht. Die vasodilatatorische Anschwellung und das vasoconstrictorische Schrumpfen der Nasenschwellkörper müssen also auf einem spinalen oder bulbären Reflex beruhen, dessen Ausgangspunkt zuweilen die Nasenschleimhaut selbst ist, in welcher der Trigeminus als Empfindungsnerv sich verästelt. Von den besonderen Trigeminuszweigen wird der Nervus ethmoidalis, welcher den vorderen und oberen Teil der Nasenhöhle versorgt, hauptsächlich mit Niesen, gleichsam als Niesnerv, reagieren. Reizung des zweiten Zweiges, der sich in den vorderen und hinteren Umfang beider Muscheln und in den gegenüberliegenden Teilen der Nasenscheidewand reichlich verbreitet, wird vorzüglich Einstellung des Atmens während der Exspiration als Reflexerscheinung bewirken. Doch schließen beide Thatsachen nicht aus, dass nebst diesen entfernteren Reflexen auch örtliche Reflexe auftreten können, und dann sind gerade sie es, welche uns gegenwärtig beschäftigen. Sie können, in soweit ich es ermitteln konnte, sowohl aus dem Gebiete des ersten, als aus dem des zweiten Trigeminusastes ausgelöst werden. Diese localen Reflexe bestehen dann in Anschwellung der Schwellkörper der Nase, wenn viel Staub oder einigermaßen anhaltende chemische Reize eindringen, oder gerade im Gegenteile in Schrumpfen, wenn die Schleimhaut durch eine leichte mechanische Berührung, z. B. durch wiederholtes Sondieren, getroffen wird.

Üben nun die letzterwähnten localen Reflexe einen Einfluss auf das Riechen aus? Wohl höchst wahrscheinlich. Die Pathologie lehrt, dass eine hyperämische Anschwellung der Nasenschleimhaut ohne weiteres das Riechen behindert. In Analogie hiermit wird man dasselbe bei einer physiologischen Congestion erwarten können. Umgekehrt dürfte also auch das Zusammenziehen der Nasenschleimhaut wahrscheinlich dem Riechen günstig sein[2]).

1) In: Archives de physiologie normale et pathologique. October 1889. S. 691.

2) Es ist keineswegs unmöglich, dass z. B. die Hyperosmie während der Schwan-

In jüngster Zeit kam eine rhiniatrische Behandlungsweise in Anwendung, nämlich die Massage der Nasenschleimhaut mittels einer Sonde, deren Spitze mit Watte umwunden wird. Man sieht schon nach den ersten Berührungen die hyperämische und geschwollene Schleimhaut dünner werden, und nach kurzer Massage kann man durch die Atemflecken den Beweis liefern, dass die Mucosa in erheblichem Maße sich zusammengezogen. Die Atemflecken sind merklich größer geworden.

Eine ähnliche Folge wird vermutlich auch die reizende Wirkung haben, welche etliche Riechstoffe neben ihren olfactiven Eigenschaften ausüben. So verhalten sich z. B. der Schnupftabak und die bekannte, heftiges Niesen erweckende Nieswurz (Rhizoma veratri albi). Von den Riechmessern, mit welchen ich Versuche anstellte, boten die von Cederholz und die von Muscatbutter gleiche Erscheinungen. Es ist also sehr wohl möglich, dass dann Empfindungsreize hier das Riechen günstig beeinflussen, indem durch sie die Schleimhaut weniger blutreich und die Pars respiratoria weiter werden. Ist der Reiz jedoch so ungewöhnlich stark, dass er wiederholtes Niesen veranlasst, so können wir das Gegenteil erwarten. Auch aus diesem Grunde wird es bei Experimenten auf dem Gebiete der Geruchsphysiologie geboten sein, jedesmal aufs neue während der Versuche mit Hülfe der Atemflecke von dem Füllungszustande der Nasenschwellkörper Kenntnis zu nehmen.

Von viel geringerer Bedeutung wird der größere oder geringere Feuchtigkeitsgrad der Nasenschleimhaut sein, wenigstens so lange als dieser sich innerhalb der Grenzen der normalen Schwankungen hält. Erhebliche Secretionsveränderungen dagegen haben die bedeutendsten Störungen zur Folge. Allzugroße Feuchtigkeit, wie sie bei einigen nervösen Katarrhen vorkommt, bei welchen die ganze Nasenhöhle mit einer profusen wässerigen Absonderung angefüllt wird, und allzu geringe Secretion, die zur Vertrocknung der Pars respiratoria führt, werden auch für den Geruchssinn nicht ohne nachteilige Folgen bleiben. Denn die erstere, die zu beträchtliche Feuchtigkeit, bildet ein mechanisches Hindernis für das Riechen, während die andere, die allzu große Trockenheit, auf die Dauer eine Schädigung der Epithelzellen der Riechschleimhaut veranlassen wird. Abgesehen jedoch von dem mechanischen Hindernis,

---

gerschaft hierauf beruhe. Wurde es doch durch Beobachtungen der Ärzte wiederholt erwiesen, dass zwischen der Gebärmutter und der Nasenschleimhaut eine Art von Wechselwirkung besteht, durch welche die Verschlimmerung des nasalen Asthmas, der sogenannten nasalen Neurose im allgemeinen, kurz vor Eintreten der Menstruation erklärlich wird. Während einiger Tage vorher kann man Congestionen der Nasenschleimhaut mit allen deren belästigenden Folgen beobachten, welche erst wieder verschwinden, sobald die Menstruation sich eingestellt. Man kann erwarten, dass dann im Gegenteile Vasoconstriction der Corpora cavernosa der Nase stattfinde.

scheint die Feuchtigkeit als solche nicht nachteilig zu wirken, wie es sich z. B. aus den toxicologischen Versuchen Fröhlich's[1]) ergiebt.

10 mg Strychnin mit einem Gramm Zucker vermischt wurden in Form einer Prise in die Nasenhöhle gebracht. Nach kurzer Zeit trat eine profuse Schleimausscheidung auf, aber trotzdem wurde vortrefflich gerochen, ja sogar besser als normal unter dem Einflusse einer Hyperosmie, welche, wie Fröhlich zur selben Zeit entdeckte, das Strychnin, wie es scheint, durch einen specifischen Einfluss auf die Riechschleimhaut hervorruft.

Im Gegensatze hierzu verursacht Trockenheit, sogar augenblicklich, eine große Störung. Sie kann künstlich durch den innerlichen Gebrauch von 5 mg Atropin erzeugt werden. In Fröhlich's und Lichtenfels' Versuchen konnten nach reichlich drei Stunden weder Essigsäure noch ätherische Öle gerochen werden. Wir müssen also annehmen, dass, falls die Atmungsluft durch die untere Muschel nicht genügend feucht erhalten wird, die Riechhärchen nach einiger Zeit austrocknen und zeitweilig ihr Functionsvermögen verlieren. Fröhlich wenigstens ist der Ansicht, dass wir es in dem von ihm berichteten Versuche nicht mit einer unmittelbaren Wirkung des Atropins auf das Sinnesorgan, wie es beim Strychnin und Morphin[2]) der Fall ist, zu thun haben. Er stützt diese Auffassung noch näher durch den Nachweis, dass die Empfindlichkeit der Tastnerven in der Nasenhöhle durch den Gebrauch von Atropin nicht geschwächt werde. Dennoch wird innerhalb der normalen Grenzen der Einfluss des größeren oder minderen Feuchtigkeitsgrades der Nasenhöhle auf die Riechschärfe nur ein geringer sein. Hat sich die Flüssigkeit zu reichlich angesammelt, so kann sie, falls sie nicht etwa von pathologischer Zähigkeit ist, leicht durch eigene Schwere abfließen. Zu wenig Feuchtigkeit wird zu einem leichten Reizungszustande Veranlassung geben und so eine den Augenärzten wohlbekannte Hyperämie der Conjunctiva verursachen. Auf diese Weise entsteht eine Vermehrung der Thränensecretion, durch deren Abfluss längs der Thränencanäle die störende Trockenheit wieder beseitigt wird. Diese Art von Regulierung bewahrt das Riechorgan, wenn sie gehöriger Weise stattfindet, vor den Extremen, und es wird, weil es gerade nur diese sind, welche Nachteil bringen, in der Folge, insoweit wir es beurteilen können, weder eine Erhöhung, noch eine Herabstimmung der Riechschärfe zu befürchten sein. Ganz anders wird es bei der Blutfülle der Fall sein, welche, da von ihr die Weite des Leitungsapparates abhängig ist, der die Riechstoffe

1) Fröhlich, Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Math.-naturwissenschaftl. Classe. Bd. VI. S. 329 u. 332.

2) Nach meinen viel später angestellten Versuchen auch bei Cocaïn.

bis in die Nähe des Nervenendorgans schaffen muss, in bedeutendem Maße die Riechschärfe beeinflusst. Um so eher wird der Einfluss der Blutfülle augenfällig sein, weil diese beim Menschen offenbar mehr dem Atemholen als dem Riechen untergeordnet ist, es daher geschehen kann, dass um des Atmens willen die natürliche Regulierung, welche man beim absichtlichen Riechen unbewusst anstrebt, ganz oder zum Teile preisgegeben werden muss.

---

## X. Die Compensation der Gerüche.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass Gerüche sich unter gewissen Umständen mengen. Man meint in zusammengesetzten Parfumerien die einzelnen Riechstoffe neben einander wahrnehmen zu können, wenngleich nicht jeden einzelnen für sich, sondern zu einem sogenannten Mischgeruch vereinigt. Gegensätzlich bemerkt man in anderen Fällen, wenn gleichfalls mehrere Riechkörper gemischt sind, nur einen einzigen Geruch, da die übrigen durch diesen verdrängt werden. Letztere Erscheinung ist den Ärzten besonders bekannt durch die Anwendung, welche man in der Arzneiverordnung davon macht. So benutzt man den Mandelgeruch, um den Moschusgeruch, ätherische Öle, um den Jodoformgeruch zu vertreiben. So scheinen z. B. 4 g Jodoform mit 200 mg Perubalsam nahezu geruchlos. Ricinusöl kann durch das Aldehyd von Ceylonzimmtöl und Vanille compensiert werden, sodass dessen ekelhafter Geruch größtenteils beseitigt wird. Auch Laien verwenden mit Vertrauen das Pulver der Veilchenwurzel (Rhizoma Iridis Florentinae) gegen den üblen Geruch aus dem Munde[1]), den Rauch von brennendem Papier gegen den Gestank der Katzenexcremente. Voltolini empfiehlt Theerwasser gegen Ozaena, und jedem internen Kliniker ist es bekannt, wie man durch Carbolspray den Gestank von Lungengangrän verringern, ja fast ganz verschwinden machen kann.

Die Physiologen haben bisher diesen Umstand wenig in Betracht gezogen, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil man die erwähnte Erscheinung als chemische Wirkung auffasste. Man stellte sich vor, dass der Moschusgeruch durch die bitteren Mandeln festgehalten, der penetrante Geruch des Jodoforms durch Fenchelöl zerstört, der unangenehme Fettsäuregestank durch das Aroma chemisch gebunden würden. Obgleich

1) Raucher wählen Mentha, weil keine andere aromatische Substanz so kräftig den Tabaksgeruch entfernt (s. Piesse, Des Parfums. 2. éd. franç. 1877, p. 145).

diese Erscheinung ohne Analogien war, begnügte man sich, befremdend genug, mit dieser Erklärung und fühlte sich zu keiner näheren Analyse und genauen Untersuchung des chemischen Processes veranlasst, welchen man hier vorauszusetzen sich berechtigt glaubte.

Von den älteren Schriftstellern widmet nur Valentin einige Zeilen der gleichzeitigen Wahrnehmung zweier Gerüche. Er leitete die beiden Geruchsarten, deren Zusammenstellung er zu untersuchen wünschte, je in ein Nasenloch, wobei es sich ergab, dass der stärkere Eindruck den schwächeren überwältigte. Waren beide Gerüche gleich stark, so kann man nach Belieben den einen oder den anderen wahrnehmen. Solche Versuche gelangen Valentin mit Schwefeläther und Perubalsam. Er schloss daraus, dass hier ein ähnlicher Wettstreit bestehe, wie zwischen den beiderseitigen Gesichtsfeldern[1]).

Aronsohn[2]) beschäftigte sich in neuester Zeit mit dieser Frage. Auch er nahm einige male den erwähnten Wettstreit wahr, z. B. zwischen Kampfer und Citronenöl. Dagegen wurde der Kampfer durch andere, sogar weniger starke Gerüche verdrängt, ohne dass es möglich war, einen Wettstreit hervorzubringen. Der Kampfergeruch wurde aufgehoben durch Petroleum[3]), Eau de Cologne, Wachholderöl und durch Zwiebelgeruch (Allium sativum .

Soweit mir bekannt ist, findet man, außer diesen kurzen Bemerkungen, nichts darüber in der medicinischen Literatur. Die Werke über die Parfumerien-Industrie u. s. w. beschäftigen sich zwar hier und da mit diesem Gegenstand, doch, obschon hierüber unzweifelhaft wichtige Thatsachen zu sammeln wären, kann die Physiologie davon keinen Nutzen ziehen, weil sie in dieser Richtung selbst noch nicht genügend fortgeschritten ist.

Ich erwähnte im VII. Abschnitte einer Geruchseinheit, der Olfactie, welche dem normalen minimum perceptibile entspricht. Eine Anzahl unserer Riechmesser wurden nach Olfactien geaicht.

---

1) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. Bd. II. 1848. 2. Abt. S. 292.

2) Aronsohn, Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie des Geruches. Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1886. S. 321.

3) Vergleiche die bekannte Form: Rp. Ol. camphorati, Ol. petrae Italici aa. S. Linimentum, in welcher das Petroleum den unangenehmen Geruch beinahe ganz verloren hat.

Größe einer Olfactie.

| | In Millimetern des Riechmessers | |
|---|---|---|
| | bei 10° Celsius | bei 15° Celsius |
| Cederholz . . . . . . . . . . | 38 | 20 |
| Russisches Leder (Juchten) . . | 25 | 10 |
| Paraffin . . . . . . . . . . . | 20 | 10 |
| Benzoëharz . . . . . . . . . . | 15 | 10 |
| Kautschuk . . . . . . . . . . | 10 | 7 |
| Palisanderholz . . . . . . . . | — | 3 |
| Gelbes Wachs . . . . . . . . | 4 | 2,5 |
| Glycerinseife . . . . . . . . | 6 | 2 |
| Cacaobutter . . . . . . . . . | 2 | 1 |
| Tolubalsam . . . . . . . . . | 1 | 1 |

Wir verfügen auf diese Weise über ein Mittel zur Regulierung der Intensität der Gerüche und es wird nicht mehr schwierig, die Gerüche in allerlei verschiedenen Verhältnissen zu mischen. Man braucht nur den Cylinder eines Riechmessers bis zu einem gewissen Grade herauszuschieben und einen anderen unmittelbar vorzuhalten, so dass die Luft aus dem einen in den anderen übergeht. Beim Atmen werden dann von selbst bestimmt gemessene Mengen eines jeden Riechstoffes eingesogen, die sich sowohl im Apparate als in der Nase vermengen. Einige vorläufige Versuche werden bereits beweisen, dass die meisten Gerüche nicht gleichzeitig gerochen werden können. Die Erwartung, dass einer physischen Mengung auch eine Vermengung der Wahrnehmungen entsprechen werde, wird nicht erfüllt, denn kaum eine einzige der Combinationen ergab eine zusammengesetzte Wahrnehmung. Je nachdem ein oder der andere Reiz überwog, bemerkte man entweder den einen oder den anderen Geruch, und wenn sie sehr genau mit einander aufgewogen wurden, empfing man im Ganzen gar keine Wahrnehmung oder einen sehr schwachen, unbestimmten Eindruck, der nur bei großer Aufmerksamkeit bemerkbar wurde und mit keinem der Componenten übereinstimmte.

Ein solches Gleichgewicht erhält man durch die nachfolgenden Compensationen:

| | In Centimetern des Riechmessers | In Olfactien |
|---|---|---|
| Cederholz und Kautschuk . . | $5^1/_2$ : 10 | $2^3/_4$ : 14 |
| Benzoë und Kautschuk[1]) . . . | $3^1/_2$ : 10 | $3^1/_2$ : 10 |
| Paraffin und Kautschuk . . . | $8^1/_2$ : 10 | $8^1/_2$ : 14 |
| Kautschuk und Wachs . . . . | 10 : 7 | 14 : 28 |
| Kautschuk und Tolubalsam . . | 10 : 7 | 14 : 70 |
| Wachs und Tolubalsam . . . | 10 : 9 | 40 : 90 |
| Paraffin und Wachs . . . . . | 10 : 5 | 10 : 20 |

Folgender Auszug aus meinen Aufzeichnungen giebt die Bruttowerte, aus welchen die obenstehenden Verhältnisse mit Hülfe der Tabelle S. 167 berechnet wurden.

Am 19. Februar 1889: Beobachtungen mit dem rechten Riechorgane, welche anfangs des Versuches hinsichtlich des Kautschuk-Olfactometers die gewöhnliche Riechschärfe anzeigten. Beim Voreinandersetzen der Riechmesser-Cylinder ergaben sich folgende Compensationen:

a) 10 cm Wachs und 9 cm Tolubalsam (10 cm Wachs und 8 cm Tolu gaben zusammen Wachsgeruch; 8 cm Wachs und 10 cm Tolu zusammen Tolugeruch). Daher in Olfactien ausgedrückt: 40 : 90 = 1 : $2^1/_2$.

b) 10 cm Kautschuk und 7 cm Wachs (10 cm Kautschuk und 6 cm Tolu gaben zusammen Kautschukgeruch; 10 cm Kautschuk und 8 cm Tolu zusammen Tolugeruch). Daher in Olfactien 14 : 28 = 1 : 2.

c) 10 cm Kautschuk und 7 cm Tolu (10 cm Kautschuk und 6 cm Tolu gaben zusammen Kautschukgeruch; 10 cm Kautschuk und 8 cm Tolu zusammen Tolugeruch). Also in Olfactien: 14 : 70 = 1 : 5.

Am 14. Februar 1889: Beobachtungen mit dem rechten Riechorgane, welche hinsichtlich des Kautschuk-Olfactometers die normale Riechschärfe, d. i. 0,7 cm Cylinderlänge ergaben. Beim Voreinandersetzen schien eine Ausgleichung stattzufinden zwischen:

a) 8 cm Wachs und 10 cm Tolubalsam (9 cm Wachs und 10 cm Tolu gaben zusammen Wachsgeruch; 8 cm Wachs und 10 cm Tolu zusammen Tolugeruch). Daher in Olfactien: 32 : 100 = 1 : (beiläufig) 3.

b) 10 cm Kautschuk und 7 cm Wachs. Daher in Olfactien: 14 : 28 = 1 : 2.

---

1) Diese Art Kautschuk hat eine schwächere Riechkraft als die gewöhnlich gebrauchte. Man erhält davon eine Olfactie, wenn man den Riechmesser einen Centimeter weit ausschiebt.

c) 10 cm Kautschuk und 8 cm Tolubalsam. Daher in Olfactien: 14 : 80 = 1 : $5^1/_2$.

d) 10 cm Kautschuk und 8,5 cm Paraffin (10 cm Kautschuk und 8 cm Paraffin gaben zusammen Kautschukgeruch; 10 cm Kautschuk und 9 cm Paraffin zusammen Paraffingeruch). Also in Olfactien: 14 : 8,5 = $1^1/_2$ : 1.

e) 10 cm Paraffin und 5 cm Wachs (10 cm Paraffin und 4 cm Wachs zusammen gaben Paraffingeruch; 10 cm Paraffin und 6 cm Wachs zusammen Wachsgeruch). Also in Olfactien: 10 : 20 = 1 : 2.

Am 23. October 1888: Beobachtungen mit dem rechten Sinnesorgane, welches sich gegenüber dem Kautschuk-Olfactometer normal verhielt. Beim Voreinanderhalten der Röhren gaben sie mit Cederholz und Kautschuk einen schwach reizenden, jedoch nicht charakteristischen Geruch. Wechselseitig compensierten sich:

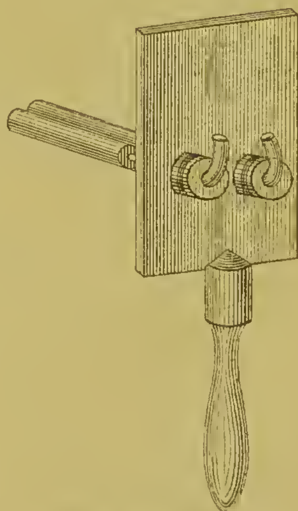
a) 5,5 cm Cederholz und 10 cm Kautschuk (6 cm Cederholz und 10 cm Kautschuk gaben zusammen den Cedergeruch; 5 cm Cederholz und 10 cm Kautschuk den Kautschukgeruch). Folglich in Olfactien: 2,75 : 14 = 1 : 5.

b) 4 cm Cederholz und 10 cm einer anderen, schwächer riechenden Kautschukart, daher in Olfactien abermals 2 : 10 = 1 : 5, wenn wir das minimum perceptibile vom Kautschuk = 1 cm annehmen.

c) 3,5 cm Benzoëharz und 10 cm der schwach riechenden Kautschukart, also in Olfactien: 3,5 : 10 = 1 : ungefähr 3.

Wie bereits erwähnt, wurden bei diesen Versuchen die Riechstoffcylinder voreinander gesetzt, so dass eine unmittelbare Vermengung der Gerüche erfolgte, wodurch deren chemische und physische Wirkungen keineswegs ausgeschlossen sind. Obwohl nicht wahrscheinlich, bleibt doch die Möglichkeit, dass die Moleküle sich zu neuen chemischen, jetzt geruchlosen Verbindungen vereinigen, oder dass eine Aneinanderhäufung zu Stande komme, wodurch das Vermögen, Riechwahrnehmungen auszulösen, vielleicht verloren geht. Da hinsichtlich der chemischen und physischen Eigentümlichkeiten der Gerüche uns beinahe nichts bekannt ist, haben Hypothesen hier freies Spiel.

Fig. 15.



Doppel-Riechmesser.

Gegen diese Ungewissheiten sichert eine andere Methode, die der doppelten Riechmesser (Fig. 15).

Der doppelte Olfactometer besteht aus zwei gewöhnlichen Riechmessern, welche neben einander angebracht sind. Man kann dies leicht

bewerkstelligen, indem man beide Riechröhren in zwei in entsprechendem Abstande befindliche Löcher eines und desselben Schirmchens einfügt, wie aus obiger Figur ersichtlich. Beide Cylinder enthalten verschiedene Riechstoffe, welche man also in beliebigen Concentrationen in je ein Nasenloch hineinleiten kann. Es wird auch hierbei zweckmäßig sein, zuerst das minimum perceptibile der verwendeten Gerüche zu bestimmen, und zwar mit Berücksichtigung der Nasenhälfte, für welche beim eigentlichen Versuche der beabsichtigte Cylinder verwendet werden soll. Später kann man mit einem einfachen, einem doppelt oder dreifach u. s. w. starken Reiz experimentieren. Setzen wir beiderseits ein normales Sinnesorgan voraus, so arbeiten wir mit Riechreizen, die entsprechend 1, 2, 3 u. s. w. Olfactien betragen.

Nach diesen Vorbereitungen kommt es nun darauf an, dieselben Versuche, die wir mit voreinander gesetzten Cylindern angestellt hatten, mit dem doppelten Riechmesser zu wiederholen. Dies ist quantitativ nicht ganz leicht, denn es ist schwierig, ein Sinnesorgan zu finden, welches mit seinen beiden jeseitigen Hälften vollkommen gleich functionirt. Es scheint dessenungeachtet vorzuziehen, dass bei quantitativen Versuchen diese Bedingung erfüllt werde, denn wir kennen auf dem unbekannten Gebiete noch nicht die Störungen, welche pathologische Veränderungen oder halb physiologische Varietäten in den Verhältnissen der einander compensierenden Gerüche verursachen können. Dagegen wird es höchst einfach sein, sich qualitativ darüber zu überzeugen, dass auch bei dem doppelten Olfactometer zwei Eindrücke einander aufheben können. So macht der Kautschukgeruch, in genügender Menge in das eine Nasenloch hineingeleitet, den in das andere eingeführten Geruch von Paraffin, Wachs, Tolubalsam verschwinden. Man kann sogar ziemlich starke Reize anwenden, ohne eine gemischte Wahrnehmung zu erzeugen. Es wird entweder der eine oder der andere Geruch mehr oder weniger deutlich hervortreten. Ist endlich das richtige Verhältnis gefunden, so verspürt man nicht länger den geringsten Geruch. Die Eliminierung der Wahrnehmungen ist daher absolut. Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass die Riechstoffe in gewöhnlicher Weise auf das Sinnesorgan einwirken. Sie werden zuerst getrennt eingeführt, und bleiben auch in den Nasenhöhlen durch die Nasenscheidewand geschieden. Nach dem Versuche aber wird jede Nasenhöhle gegen den Geruch deutlich abgestumpft sein, welcher mit ihr soeben in Berührung gekommen war, und dessen Eindruck sie heftig empfunden haben würde, wenn der Geruch allein eingewirkt hätte, und nicht durch den an der anderen Seite ausgeglichen worden wäre.

Ich habe nicht alle Riechstoffe, worüber ich verfügen konnte, in ihren möglichen Combinationen untersucht. Zuerst fehlte mir dazu die

Zeit, und überdies schien diese Untersuchung vorläufig nicht mehr zu versprechen, als bereits ermittelt worden. Viele dieser Riechstoffe sind nämlich selbst Mischungen. So kann man an einem mit Cylindern von Glycerinseife versehenen Olfactometer deutlich zwei Gerüche unterscheiden: 1) einen Fettgeruch, und 2) einen ätherischen Geruch. Dies wird am besten im Winter gelingen, denn dann riecht man für sich allein den Fettgeruch, wenn der Cylinder einen Millimeter weit herausgeschoben ist; und nimmt nur allein den ätherischen Geruch wahr, wenn man auf 6 mm Cylinderlänge oder darüber gekommen ist. Es wird nicht zweckmäßig sein, ohne vielseitige vorangehende Untersuchungen unter solchen verwickelten Bedingungen zu experimentieren.

Einer der schönsten Versuche, den man mit dem doppelten Riechmesser anstellen kann, ist jener, wobei der eine Olfactometer Essigsäure, und der andere Ammoniak enthält. Man denke sich den einen Riechmesser mit 2procentiger Essigsäure, den anderen mit einer 1procentigen Ammoniaklösung versehen, und beide Riechstoffe abgesondert in je ein Nasenloch geleitet. Je nachdem der eine oder der andere Cylinder mehr herausgeschoben wird und daher den stärkeren Eindruck macht, riecht man entweder Essigsäure oder Ammoniak. Niemals wird man beide gleichzeitig riechen, am wenigsten wenn man jede Wahrnehmung für sich nicht zu lange dauern lässt, da es sonst möglich wäre, beim Beginne der Einatmung Ammoniak und gegen Ende derselben Essigsäure zu bemerken. Abgesehen davon wird entweder der eine oder der andere Geruch wahrgenommen. Es ist jedoch möglich, unter den verschiedenen Combinationen solche zu finden, bei welchen keiner der beiden Gerüche ein besonderes Übergewicht gewinnt, wobei man höchstens einen schwachen Geruch von einer der beiden Arten bemerkt; ja es wird sogar gelingen, schließlich ein Verhältnis zu finden, bei welchem man mit beiden Nasenlöchern riechend nichts wahrnimmt, absolut keinen Eindruck empfindet. Dies wird auch dann noch gültig bleiben, wenn man sehr kräftige Reize combiniert, von welchen jeder für sich allein einen starken Eindruck gemacht haben würde.

Ich habe also die merkwürdige Erscheinung festgestellt, dass zwei kräftige Sinnesreize einander bis zur Vernichtung abschwächen, sogar einander vollkommen aufheben. Wenn dieser Vorgang in der freien Luft stattfindet, wird man sich darüber nicht verwundern, denn man wird eine chemische Verbindung voraussetzen, nämlich der Essigsäure und des Ammoniaks zu Ammonium-Acetat. Da jetzt die beiden Riechstoffe je in verschiedene Nasenhälften hineingeleitet werden und während der ganzen Dauer der Wahrnehmung getrennt bleiben, wird die obige Erklärung unhaltbar. Die Erscheinung gehört unter die Kategorie der physiologischen Phänomene. Sie dürfte vielleicht einige

Analogie mit der besser bekannten Compensation der Geschmacksempfindungen haben.

Folgende Schlussfolgerungen aus den bislang erörterten Wahrnehmungen erscheinen mir gerechtfertigt [1]:

1) Einige Gerüche vernichten einander bei gleichzeitiger Beobachtung.
2) Die Compensation beruht auf physiologischen Ursachen.
3) Das Verhältnis der einander gegenseitig aufwägenden Riechstärken ist wahrscheinlich constant.

Es wurde kürzlich eine Anwendung der Compensation der Gerüche gemacht, welche die Tragweite des Principes in seinen praktischen Folgerungen erhärtet. E. Mesnard bediente sich derselben im Laboratorium für Botanik der Sorbonne in Paris [2] zur Bestimmung der Riechkraft der Parfumerien, Blumen und Pflanzen.

Nehmen wir an, man lasse 1) eine mit irgend einem unbekannten Parfum geschwängerte Luft, und 2) Luft, welche über Terpentinöl gestrichen ist, in einen Behälter eintreten. In solchem Falle wird es möglich sein, das Verhältnis der beiden Luftmengen so zu wählen, dass eine Mischung entsteht, welche entweder ganz geruchlos ist, oder nur den schwachen, unbestimmten Geruch besitzt, dessen ich vorher erwähnte. Kaum jedoch wurde das Verhältnis beider um ein Geringes verändert, so wird ein Riecheindruck entstehen, entweder vom Terpentin oder von der Essenz, je nachdem zu viel Terpentin oder zu viel Parfum genommen.

Hat man einmal ein vollkommenes Gleichgewicht, eine vollständige Compensation erreicht, so stellt man ein und es handelt sich nun darum, die Quantität des Terpentins und die des Parfums in der Mischung zu bestimmen.

Man kann nach unseren Untersuchungen über die Compensation der Gerüche vorläufig annehmen, dass in solch einem Gemenge gleichviel Olfactien für Terpentin als Olfactien für den Parfum enthalten sein müssen. Durch die Messung des Terpentinquantums hat man also, angenommen, dass dabei vorher die Riechkraft dieser Menge bestimmt wurde, auch die Riechkraft des Parfums kennen gelernt.

Sehr sinnreich ist nun das Verfahren, womit man das Quantum des Terpentins bestimmt. Es beruht auf der Eigenschaft dieses Stoffes das Leuchten des Phosphors zu verhindern.

Mesnard beschreibt sein Verfahren folgendermaßen, welches ich in

---

1) Als vorläufige Mitteilung berichtet in Fortschritte der Medicin. 1889. Nr. 19.

2) Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome 116. 1893. p. 1461.

wortgetreuer Übersetzung wiedergebe. Dabei ist nur zu bedauern, dass er keine erklärende Abbildung beigefügt:

»Zwei Behälter sind mit einander durch eine unten angebrachte Röhre verbunden. Einer dieser Behälter ist eine Flasche aus schwarzem Glas, in welcher ein mittels eines Näpfchens aufgehangenes, durch Eintauchen in eine saturierte Lösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff phosphorescierend gemachtes kleines Stück Stärke sich befindet. Ein besonderes Rohr gestattet von außen die Erscheinung der Phosphorescenz zu beobachten. Der zweite, bedeutend größere Behälter besteht aus zwei Teilen: einer kleinen Wanne mit Quecksilber, und einer großen, ungefähr 10 Liter haltenden, mit einer Tülle versehenen Glocke, in welcher die Mischung des Parfums und der Luft gemacht wird. Diese Glocke dient, wenn gewünscht, zur Bedeckung eines Blumenstraußes oder einer Topfpflanze. Sowohl die Wanne, wie auch das Verbindungsrohr und der Boden der Flasche enthalten Quecksilber. Man kann mit Hilfe einer kleinen, auf eine einzige Spirale verkürzten archimedischen Schraube die parfümierte Luft aus der Glocke in die Flasche hinüberführen. Man lernt das Volumen der auf diese Weise verdrängten Luft dadurch kennen, indem man die Umdrehungen der Spirale zählt.

Die atmosphärische Luft in der Glocke wird mittels eines Systems von entsprechend zusammengestellten Kautschukballons energisch in Bewegung gesetzt, und dann über der Wanne die Mischung mit der mit Terpentin geschwängerten Luft so lange durchgeführt, bis man durch ein zu diesem Zwecke angebrachtes Rohr nur einen neutralen Geruch wahrnimmt.

Man bemisst die Menge des Terpentins durch die Phosphorescenz, und stellt dann den Apparat für weitere Versuche durch eine Reinigung in heißer Luft wieder in Bereitschaft.«

Die Methode, nach welcher die gewonnenen Resultate gedeutet werden, besteht darin, dass man zuerst die Mengen feststellt, in welchen der Terpentindampf die Phosphorescenz behindert. Wenn man dann weiter darüber Gewissheit hat, dass das zu untersuchende Parfum selbst keinen Einfluss mehr auf die Phosphorescenz ausübt, bestimmt man für verschiedene Gewichtsmengen der unbekannten Essenzen, mit wie viel Terpentinöl sie in Riechkraft sich gleich verhalten, und entwirft mit Hilfe der erhaltenen (zur Gewichtseinheit reducierten) Zahlenwerte eine Curve.

Es ergiebt sich aus solchen Curven, dass einige Stoffe in großer Verdünnung relativ stärker riechen als in geringerer Verdünnung; z. B. Rosenessenz, Neroli u. s. w. Andere Riechstoffe hingegen riechen in

großen Concentrationen relativ stärker als in geringeren, wie z. B. Geranium-Essenz, Essence de petit grain, u. s. w.

Abgesehen von dem praktischen Nutzen, welchen man von dieser ziemlich verwickelten, nicht unbedeutenden Fehlerquellen unterworfenen Methode erwarten kann, ist sie von theoretischem Standpunkte sehr anregend. Man wird überdies mittelst derselben einige die Odorimetrie betreffende Fragen lösen können, welche vielleicht auf keine andere Weise so vollkommen aufzuklären wären; darunter z. B. die Frage, auf welche Mesnard selbst bereits seine Aufmerksamkeit lenkte, nämlich bezüglich der Riechkraft der Parfumerien in verschiedenen Dampfdichtigkeiten. Gleichwohl darf man nicht außer Acht lassen, dass die Erscheinung der Compensation in ihren quantitativen Verhältnissen noch keineswegs genügend erforscht ist. Wir nehmen zwar an, dass, wenn $p$ Olfactien eines Stoffes durch $q$ Olfactien eines anderen compensiert wurden, dies auch mit $2\,p$ und $2\,q$, mit $3\,p$ und $3\,q$ Olfactien der Fall sein würde, aber wir haben darüber keineswegs Gewissheit. Mesnard hat dies stillschweigend angenommen. Obwohl ich zwar keineswegs das Gegentheil behaupten will, so scheint es mir dennoch rätlich, vorerst noch nähere Untersuchungen abzuwarten.

---

# XI. Die Odorimetrie.

Die Odorimetrie ist ein Seitenstück zur Olfactometrie. Es handelt sich dabei nicht länger darum, die Schärfe des Sinneswerkzeuges zu messen, sondern die Intensität des Geruches als Sinnesreiz zu bestimmen. Man beabsichtigt dabei, die Intensität so viel als möglich objectiv kennen zu lernen, d. h. unabhängig von der subjectiven Empfindung, mit der sie vielleicht in einem gegebenen Augenblicke auf den Beobachter einwirkt. Darum darf man diese Empfindung selbst nicht als Maßstab annehmen, sondern man soll den zu messenden Geruch mit einem anderen vergleichen, den man als Maßstab wählt. Als solchen haben wir das normale minimum perceptibile verwendet, welches wir mit einem besonderen Namen, den der Olfactie belegten. Wir suchten dann ferner den Wert einer Olfactie so viel als möglich in physischen Größen auszudrücken, um ihn jederzeit zurückzufinden und Anderen mitteilen zu können. Dies ist der physikalische Teil der Odorimetrie. Das Übrige gehört der Physiologie an, denn ohne Sinnesorgan giebt es kein Riechen, außerhalb der menschlichen Wahrnehmung daher keinen Ausdruck der Geruchsstärken in Olfactien.

Wir lernten bereits im II. Abschnitt eine Methode kennen, mittels welcher wir im Stande sind, die Riechkraft eines Stoffes zu beurteilen. Wir suchten dann zu ermitteln, wie lange eine bestimmte, genau gemessene Oberfläche eines Riechstoffes der vorbeistreichenden Luft ausgesetzt werden müsste, damit nun diese riechend gemachte Luft, nachdem sie auf eine für das Riechen möglichst günstige Weise eingeatmet wurde, das minimum perceptibile auslösen könne. Also fanden wir den Wert des minimum perceptibile in Quadratmillimeter-Secunden. Dies minimum perceptibile ist demnach nichts anderes als die entsprechende Olfactie, und so haben wir bereits unbewusst die Olfactie damals in was wir »genetische Einheiten« nennen können, auszudrücken gelernt. Die gefundene Zahl wird sogar eine absolute Bedeutung haben, wenn wir die Versuchsbedingungen, unter welchen sie gefunden wurde, für jeden Stoff und jederzeit constant halten. Dann werden wir die Ziffern der Olfactie-Größe unter einander vergleichen können und in der Weise zur Kenntnis der Verhältnisse der verschiedenen Stoffe unter einander gelangen. Dies ist Alles sehr einfach und stößt bei festen Riechstoffen durchaus auf keinerlei Schwierigkeiten, wir dürfen daher dieses Verfahren fast eine ideale odorimetrische Methode nennen. Wir können damit Oberflächen im Bezug auf ihre Riechkraft prüfen, ohne dass es nötig ist, deren natürlichen Zustand zu modificieren.

Zur Odorimetrie von riechenden Flüssigkeiten sind meine olfactometrischen Cylinder aus porösem Porzellan sehr geeignet. Man braucht nur dieselben während einiger Stunden in einer Lösung eines Riechstoffes liegen zu lassen, damit eine vollkommene Durchtränkung, eine vollständige Ausfüllung aller Poren des Cylinders stattfinde. Hebt man dann den Cylinder aus der Lösung heraus, und trocknet man ihn leicht ab, um das außerhalb anhaftende Wasser zu entfernen, so besitzt man in einem solchen Cylinder eine Duftquelle, deren Intensität sich nicht nur regulieren lässt, sondern die auch in jedem Augenblicke genau so wie früher hergestellt werden kann. Ersteres erreicht man dadurch, dass man die Lösung des Riechstoffes mehr oder weniger verdünnt, letzteres dadurch, dass man den Cylinder für einige Zeit aufs Neue hineinlegt. Ein solcher Porzellancylinder kann jetzt ohne weiteres als Riechmesser zur Odorimetrie benützt werden.

Gesetzt, es handelt sich um die Bestimmung der Buttersäure, die sich in irgend einer übrigens geruchlosen Flüssigkeit, vielleicht unter dem Einfluss eines Mikroorganismus gebildet und angehäuft hatte. Dabei kommt es häufig vor, dass man acidimetrisch nicht zum Ziele kommt, sei es, dass die Menge zu unbedeutend ist, oder dass zu gleicher Zeit andere Säuren vorhanden sind. In diesem Falle legt man einfach einen porösen Porzellancylinder in die zu untersuchende Flüssigkeit, welchen

man nach einigen Stunden völlig durchtränkt heraushebt. Dann vergleicht man die Duftstärke der Flüssigkeit mit derjenigen einer Kontrollösung, die man sich durch successive Verdünnungen leicht bereiten kann.

Auch von der anderen, meines Erachtens wichtigeren Verwendung der neuen odorimetrischen Methode sei hier ein Beispiel angeführt. Man stelle sich das Problem, die Riechkraft, die Intensität des Duftes, zu bestimmen, welche die Körper einer homologen Reihe darbieten. Ich habe diese Bestimmungen ausgeführt für die Fettsäurenreihe. Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure lassen sich alle bequem in genau titrierte Lösungen bringen. Man bestimmt dann den Verdünnungsgrad, bis zu welchem man herabzugehen hat, damit die physiologische Reizschwelle dieser Düfte sich in Centimetern Cylinderlänge ausdrücken lässt. Man bekommt Zahlen, die ungemein auseinander laufen. Während die Ameisensäure nur in concentrierter Lösung gerochen werden kann, muss die Valeriansäure bis auf Tausendstel und mehr ihrer Normallösung verdünnt werden. Ich verzichte auf die Mitteilung genauerer Zahlen, weil erstens meine Bestimmungen noch nicht oft genug wiederholt worden sind, und zweitens weil mir die Gewissheit abgeht, dass die verwendeten Säuren absolut rein und einander wirklich homolog gewesen sind [1].

Die Odorimetrie der Flüssigkeiten kann auch noch auf eine andere höchst zweckmäßige Methode ausgeführt werden. Man erinnere sich Passy's Verfahrens zur Bestimmung der Riechschärfe. Man tröpfelt ein wenig einer genau gemessenen, sehr verdünnten Riechstofflösung in einen Literkolben, und bestimmt die Zahl der Tropfen, welche nach Verdampfung in diesem Raume noch eben einen schwachen Geruchseindruck geben. Auf diese Weise lernt man die Dampfdichtigkeit kennen, welche eingeatmet das minimum perceptibile giebt.

Passy hat mittels seiner Methode die Riechkraft der Normalsäuren der Fettsäurenreihe bestimmt. Er teilte in einer kurzen Note in der Sitzung der Académie des Sciences vom 1. Mai 1893 [2]) die gefundenen Zahlenwerte mit, welche überraschende Ergebnisse bieten:

Normal-Fettsäuren.

Minimum perceptibile in Millionteilen eines Gramms.

| | |
|---|---|
| 1) Ameisensäure . . . . . . | 25 |
| 2) Essigsäure. . . . . . . . | 5 |
| 3) Propionsäure. . . . . . . | 0,05 |

1) Zehnter intern. medicinischer Congress 1890. Abteilung für Physiologie. S. 43.

2) Jacques Passy, Forme périodique du pouvoir odorant dans la serie grasse. Comptes rendus Mai 1893.

| | | |
|---|---|---|
| 4) | Buttersäure . . . . . . . . | 0,001 |
| 5) | Valeriansäure . . . . . . . . | 0,01 |
| 6) | Capronsäure . . . . . . . . | 0,04 |
| 7) | Önanthsäure . . . . . . . . | 0,3 |
| 8) | Caprylsäure . . . . . . . . | 0,05 |
| 9) | Nonylsäure . . . . . . . . | 0,02 |
| 10) | Caprinsäure . . . . . . . . | 0,05 |
| 11) | | |
| 12) | Laurinsäure . . . . . . . . | 0,1 |
| 13) | | |
| 14) | Myristinsäure . . . . . . . | geruchlos. |

Die Riechkraft dieser Säuren verhält sich also wie 1 : 5 : 500 : 250000 : 25000 : 600 : 80 : 500 : 1000 : 500, u. s. w. Diese Ziffern lassen sich in drei Reihen ordnen:

1. Reihe: Termen I bis VII. Die Riechkraft wächst bis zum vierten Term und sinkt dann bis zum siebenten.
2. Reihe: Termen VIII bis XIII. Die Riechkraft wächst bis zum dritten und sinkt dann wieder.
3. Reihe: Geruchlose Körper.

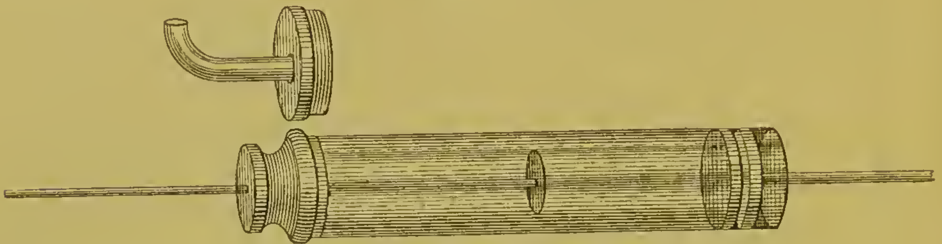
Auf die theoretische Bedeutung dieser Ergebnisse der Untersuchung hoffen wir im letzten Abschnitte zurückzukommen. Hier seien einfach die von Passy gefundenen Zahlen vom methodologischen Gesichtspunkte mitgeteilt. Die Brauchbarkeit der Methode Passy's wird dadurch ohne weiteres klar. Ja, in den meisten Fällen der Odorimetrie der Flüssigkeiten gebe ich ihr entschieden den Vorzug vor meiner eigenen Methode, da sie schneller zum Ziele führt. Zu einer richtigen Ausführung dieser Versuche wird es vor allem notwendig sein:

1) große Kolben zu benutzen;
2) nur selten und nur kurze Zeit daran zu riechen, also durch eine beschränkte Anzahl von Beobachtungen zu einem vorläufigen, und durch Wiederholung der Versuche zu einem definitiven Resultate zu kommen;
3) ausschließlich nur wässerige Lösungen zu verwenden.

Weit schwieriger gestaltet sich das Problem der Odorimetrie, wenn es sich nicht um feste Körper oder Flüssigkeiten, sondern um Gase handelt. Wenn es gelingt, einen Teil des Gases aufzufangen und in einem abgeschlossenen Raume so zu verdünnen, dass man denjenigen Dichtigkeitsgrad erhält, welcher eingeatmet das minimum perceptibile bewirkt, so ist die Sache noch verhältnismäßig leicht ausführbar. Ich erzielte in der That in einer Anzahl von Fällen ein Resultat, indem ich in einem Glascylinder eine solche Verdünnung durch Ausschieben eines Stempels

herstellte. Es wird ein Lampenglas an einer Mündung mit einem Kork verschlossen. Im Glase selbst kann ein Stempel auf und ab bewegt werden. Der Stempel besteht aus zwei Scheibchen aus Palmholz, zwischen welchen ein Stück Filtrierpapier oder auch ein Stückchen Waschleder

Fig. 16.



Odorimeter durch Verdünnung eines mit Duft gesättigten Luftquantums.

von etwas größerer Oberfläche als die des Stempels eingeklemmt ist. Das Filtrierpapier oder das Waschleder stellt einen vollständigen Abschluss her, während das Material hierzu so einfach und so billig ist, dass es bei jedem Versuche erneuert werden kann und daher nicht von dem anhaftenden Geruch des vorhergehenden Versuchs befreit zu werden braucht.

Das Riechgas, welches man auf seine Geruchsintensität untersuchen will, wird in dem Raume zwischen dem Stempel und dem Kork (welchem Raume man eine Höhe von z. B. 1 cm giebt) aufgefangen, und das vorher dicht abgeschlossene Lampenglas in ein anderes geruchfreies Gemach gebracht.

Dann findet die Verdünnung durch Zurückziehen des Stempels statt. Die verdünnte Luft im Lampenglase wird durch zufällig offengeblicbene Spalten ergänzt, und bald wird ein Verdünnungsgrad erreicht, welcher ungefähr der Reizschwelle entspricht. Es bleiben dann nur noch zwei Bedingungen zu erfüllen: 1) eine gehörige Vermengung innerhalb des Lampenglases, und 2) die Riechkraft der Mischung des Riechgases und der Luft durch Riechen zu beurteilen. Um das erstere zu bewerkstelligen, durchbohrte ich zuvor den Kork (der auch durch einen hölzernen Spund, wie in der Abbildung, ersetzt werden kann) und führte bereits vorher ein dünnes Metallscheibchen ein, welches an einem langen Stiel auf und ab bewegt werden kann. Der hermetische Verschluss der Öffnung im Korke kann mittels ein wenig Vasilin oder Paraffin hinlänglich gesichert werden.

Um die Untersuchung mit dem Sinnesorgane zu ermöglichen, ersetzte ich — nach der Verdünnung — den Kork schnell durch einen anderen vollkommen gleichen Pfropf, welcher gleichfalls in der Mitte durchbohrt

ist, aber jetzt ein kurzes Riechrohr in derselben Weise wie bei meinem Olfactometer umschließt. Der Experimentator riecht dann am Riechrohre und schätzt bei genügender Verdünnung die Abweichung vom minimum perceptibile. Man gelangt auf diese Weise durch wiederholte Versuche ziemlich schnell zur Kenntnis der größten Verdünnung, welche das Riechgas, ohne den Geruch ganz einzubüßen, noch gestattet. Der Grad der Verdünnung giebt die Riechkraft des Gases in Olfactien an.

Nach Wahl könnte man auch das Mischstäbchen und das Riechrohr an demselben Pfropfen anbringen und auf diese Weise das Verdünnen auch während des Versuches ermöglichen. Dann müsste jedoch das Riechrohr gerade sein und während des Verdünnens mit einem Stift abgeschlossen werden.

Für einen gleichen Zweck würde auch die im vorigen Abschnitte beschriebene Methode Mesnard's, welche auf der Compensation der Gerüche beruht, dienlich sein. Es fehlte mir jedoch zu meinem Bedauern an Gelegenheit, Erfahrungen darüber zu sammeln.

Sehr häufig aber wird es nicht gelingen, einen Teil des Riechgases auffangen zu können, und dann bleibt nichts anderes übrig, als auf gut Glück zu schätzen, wobei dann ein Olfactometer von demselben Geruche zur Vergleichung dient. Ein solcher Riechmesser bietet eine aufsteigende Reihe von Vergleichungs-Riechstärken zur Verfügung.

Um diese Frage zuerst ganz einfach zu stellen, nehme man an, dass ein bekannter Geruch einen umschlossenen Raum erfülle. Wir atmen durch eine enge Öffnung ein wenig von dem Duft aus diesem Raume und vergleichen ihn mit der Luft, welche wir durch einen Riechmesser aspirierten, der, aus demselben Stoff verfertigt, den gleichen Geruch erzeugt. Ich machte solche Versuche z. B. für den Honiggeruch, welchen das gelbe Wachs von sich giebt.

Das gelbe Wachs eignet sich besonders gut zur Herstellung eines Riechmessers. Andererseits, wenn man ein Stückchen von diesem Wachs in einen abgeschlossenen Raum, z. B. in ein Kästchen, setzt und es nach einer Weile herausnimmt, erhält man einen Geruch von durchaus gleichmäßiger Dichtigkeit. Nachdem dies geschehen, sucht man, wie weit der olfactometrische Cylinder vorgeschoben werden muss, um mit dem Riechmesser einen Geruch von derselben Stärke wie jener im Kästchen zu erhalten. Dieses äußerst einfache Problem diene hier als Beispiel.

Eine solche Vergleichung kann mit großer Genauigkeit angestellt werden, wenn die Gerüche, die im Riechmesser sowohl als im Kästchen vollkommen gleich gemacht werden müssen, nur schwach sind. Riecht man kurz nach einander am Kästchen[1]) und am Riechmesser, so wird

[1]) Über die Einrichtung eines solchen Kästchens siehe Abschnitt II.

man sich leicht für einen Augenblick der Intensität des empfangenen Reizes erinnern können. Man wird bereits beim ersten Eindruck des Unterschiedes gewahr, der sich durch Verschieben des Cylinders am Riechmesser ausgleichen lässt. Große Schwierigkeiten entstehen gleichwohl, sobald es sich um starke Gerüche handelt, weil es hier auf das Unterscheiden von Intensitäten ankommt. Sämtliche Sinne sind in diesem Falle unempfindlich für relativ geringe Änderungen des Reizes, auch dann, wenn gleich große Änderungen, an schwachen Reizen vorgenommen, eine merkbare Verstärkung oder Abschwächung hervorgebracht hatten.

Ich fand z. B. bei einem aus einer Wachsart, für welche der Olfactienwert 1 mm des olfactometrischen Cylinders ist, Folgendes:

Um den geringsten, noch wahrnehmbaren Unterschied der Empfindungen hervorzurufen, musste ich zufügen:

| | | |
|---|---|---|
| An 0 cm Cylinderlänge | . . . | 0,1 cm |
| - 1 - - | . . . | 0,2 - |
| - 2 - - | . . . | 0,4 - |
| - 3 - - | . . . | 0,5 - |
| - 4 - - | . . . | 0,8 - |
| - 5 - - | . . . | 1,2 - |
| - 6 - - | . . . | 2,0 - |

Bei Wiederholung desselben Versuches durch eine Person, deren Riechorgan besonders durch den Geruch des gelben Wachses rasch ermüdete, erhielt ich gerade durch diese Abstumpfung des Sinnesorganes ein einigermaßen verschiedenes Resultat.

Man musste, um einen minimalen Unterschied wahrzunehmen, zufügen:

| | | |
|---|---|---|
| An 0 cm Cylinderlänge | . . . | 0,1 cm |
| - 1 - - | . . . | 0,5 - |
| - 2 - - | . . . | 0.7 - |
| - 3 - - | . . . | 1,0 - |
| - 4 - - | . . . | 2,0 - |

Ich berichte absichtlich diese Versuche, weil daraus zwei Schwierigkeiten deutlich erhellen. Zuerst zeigt sich aus dem eben Erwähnten, dass die Genauigkeit der Vergleichungen abnimmt, sobald die Gerüche sehr stark werden. Andererseits wird ihre Verlässlichkeit beeinträchtigt durch den unberechenbaren Einfluss der Ermüdung, welcher bei einem Beobachter mehr, bei einem anderen weniger sich geltend machen, jedoch niemals ganz fehlen wird.

Die erste Schwierigkeit dürfte von keiner großen Bedeutung sein, wenn für das Riechorgan die bekannten Gesetze von Weber und Fechner[1])

1) W. Wundt, Physiologische Psychologie. Leipzig 1874. S. 302.

sich bewähren, wenn also die Empfindung nicht dem Reize, sondern der relativen Vermehrung des Reizes proportional zunimmt. In diesem Falle würde der Fehler bei unseren Vergleichungen für starke Gerüche relativ nicht größer sein, als für schwache. Eine noch nicht abgeschlossene Reihe von Bestimmungen scheint darauf hinzuweisen, dass die Abweichungen von Weber's Gesetz hier nicht bedeutend sein dürften.

Ebensowenig darf man der zweiten dieser Schwierigkeiten eine zu große Bedeutung beilegen. Die besagte Ermüdung kann ja in den meisten Fällen durch vielmalige Wiederholung des Versuches zu verschiedenen Zeiten vermieden werden. Überdies kommt die Eigenschaft, den Riechsinn abzustumpfen, nicht allen Gerüchen in gleichem Maße zu. Ich habe bereits verschiedene kennen gelernt, welche nur wenig ermüden, so der Geruch des vulkanisierten Kautschuks, für welchen Stoff z. B. das psychophysische Gesetz, dass die Empfindungen wirklich wie die Logarithmen der Reize zunehmen, mir nach unmittelbar nacheinander angestellten Versuchen vollständig gültig schien.

In dem oben als Beispiel gewählten Falle macht die Messung so geringe Schwierigkeit, dass sie eine höchst einfache physikalische Aufgabe genannt werden kann. Größere Überlegung erfordert bereits die Schätzung eines Geruches, der nicht, wie soeben angenommen wurde, in einem beschränkten Raume eingeschlossen ist, sondern sich frei im offenen Raume verbreitet. Wo, in welcher Entfernung von der Riechquelle wird man die Beobachtung anzustellen haben? Es ist klar, dass die Intensität bei vollkommen unbewegter Luft mit der Entfernung abnehmen wird. Dieser Abfall hängt von der Diffusionsconstante, sowie von der Menge des Riechstoffes ab, welche an der Geruchsquelle fortwährend frei wird[1]. Übrigens werden Strömungen in der Atmosphäre kaum je fehlen, wodurch vor allem eine höchst unregelmäßige Complication entsteht. Man wird darum nicht daran denken dürfen, Intensitätsbestimmungen anders als von einem bestimmt umschriebenen Punkte aus vorzunehmen. Man glaubte früher[2] wohl mit Entfernungen rechnen zu können, allein das Unstatthafte eines solchen Verfahrens wird jetzt einleuchtend sein, wenn man absichtlich Versuche über die Verbreitung der Gerüche im freien Raume anstellt[3]. Wir werden vorläufig nichts anderes bezwecken können, als Messungen an einem bestimmten Platz und auch nur dann vorzunehmen, falls nicht ein allzugroßer Wechsel der Intensität an solcher Stelle bemerkt wird. Die Methoden, welche hierbei in Anwendung

1) Siehe Betreffendes im II. Abschnitte.

2) Fröhlich, Über einige Modificationen des Geruchssinnes. Wiener Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch. Mathem.-naturhist. Classe. 1851. S. 322.

3) Siehe II. Abschnitt.

kommen, unterscheiden sich in keiner wesentlichen Weise von den eben beschriebenen Verfahren.

Unsere gegenwärtigen Betrachtungen gewinnen eine neue Erweiterung, wenn wir uns nicht auf willkürlich gewählte, auf in vollkommen bekannter Weise hervorgebrachte Gerüche beschränken, sondern uns auch bemühen, die Intensität eines zufällig wahrgenommenen Duftes zu schätzen. Um dann ein einigermaßen verlässlicheres Resultat zu erhalten, wird man Riechmesser anfertigen müssen, die in Betreff der Qualität des Geruches vollkommen oder so genau als möglich mit dem Dufte übereinstimmen, dessen Messung man beabsichtigt, was in den meisten Fällen wohl ausführbar sein dürfte. Es lassen sich ja die Cylinder für unseren Apparat aus beinahe allen Stoffen formen. Wenn man einen festen Stoff nicht unmittelbar in seiner ursprünglichen Gestalt verwenden kann, so wird es jederzeit möglich sein, ihn gepulvert durch ein Bindemittel zu einer Masse von zweckmäßiger Consistenz zu verarbeiten. Von Gerüchen, welche am bequemsten in flüssiger Form hergestellt werden, pflege ich eine möglichst entsprechende Auflösung zu machen und in dieser einen Papierstreifen zu tränken. Man kann dann durch Einschieben eines solchen gesättigten Papiers in ein Glasrohr, welches den Cylinder des Riechmessers zeitweilig ersetzt, wieder über so viele Intensitäten verfügen, als man für nötig erachtet. Für die endgültigen Bestimmungen könnte man auch, obwohl es mehr Zeit erfordern würde, einen olfactometrischen Cylinder aus porösem Porzellan mit jenen Auflösungen tränken. Wir können sogar, wenn uns nur Gerüche in gasförmigem Zustande zur Verfügung stehen, sie in einer oder der anderen Weise festhalten. Bisweilen geschieht dies einfach durch Papier (z. B. Tabakgeruch), durch Leinwand (einige fötide Düfte[1]), durch Leder (Amberduft), auch vielfältig durch Paraffin. Letzterer, beinahe geruchlose Stoff findet in der Parfumerienindustrie ausgebreitete Verwendung, um Blumengerüche festzuhalten. Alle diese verschiedenen Verfahren stehen zu Diensten. Es ist Sache der Technik, wie man in einem besonderen Falle am schnellsten den beabsichtigten Zweck erreicht: die Herbeischaffung eines Riechmessers, in welchem die Qualität des Geruches möglichst genau jener der zu messenden Geruchsart entspricht.

Ich nahm davon Abstand, die Methode für diese mehr zusammengesetzten Probleme auszuarbeiten, da sie rein physikalischer Art sind und deren Lösung für physiologische Untersuchungen augenblicklich keine unmittelbare Bedeutung hat. Doch schien es mir nützlich, bereits hier das Princip, worauf die Messungen der Geruchsstärken nach meiner Überzeugung sich stützen sollen, in Kürze zu erörtern. Die Messung

1) Wie bekannt, haftet der Leichengeruch lange an den Kleidern der Anatomen.

der Gerüche und Düfte hat für die Beantwortung einiger praktischer Fragen unzweifelhaften Wert, denn der Geruch ist eine Eigenschaft, welche viel enger an die chemische Zusammensetzung der Materie gebunden ist, als die Farbe, deren man zu quantitativen Bestimmungen so häufig sich bedient.

Die Odorimetrie ist daher in letzter Instanz die Vergleichung der Gerüche untereinander nach der Quantität. Eine notwendige Bedingung dabei ist, dass die Qualität der zu untersuchenden und zu vergleichenden Gerüche dieselbe sei. Maßstab kann die Olfactie sein, d. h. das minimum perceptibile des fraglichen Geruches. Es zeigt sich dann wünschenswert, ferner die Olfactie in physikalischen Größen auszudrücken, damit man sie zurückfinden und anderen mitteilen kann. Dennoch bleibt der Reizschwellenwert immer eine physiologische Größe und kann allein unter vorher verabredeten Bedingungen mit physikalischen Größen in Verbindung gebracht werden. Man kann z. B. sagen, man wünsche die Olfactie in Dampfdichtigkeiten auszudrücken; das heißt, dass das Riechgas in der angegebenen Verdünnung eingeatmet gerade eine minimale Riechwahrnehmung auslöst. Unbestimmt und wechselnd bleibt dabei leider die Art und Weise des Einatmens, und doch ist die Untersuchung der Olfactienwerte in Dampfdichtigkeiten unzweifelhaft die beste, gleichgültig, ob man letztere durch Verdampfung einer kleinen Menge in einem gemessenen Raume (Valentin, Passy) oder durch Verdünnung des gesättigten (verdichteten) Dampfes (Zwaardemaker) bestimmt.

Zunächst an diese Messmethoden reiht sich das Ausdrücken der Olfactien in genetischen Einheiten. Dieses ist für feste wie für flüssige Riechstoffe dann an ihrer Stelle, wenn diese Körper so stark riechen, dass es unmöglich ist, die Dampfdichtigkeit des Riechgases in dem Augenblicke, in welchem die Reizschwelle erreicht wird, zu bestimmen.

Hat man den Olfactienwert durch eines der oben erwähnten Verfahren gefunden, so wird alles Übrige keine großen Schwierigkeiten machen. Es wird stets auf technische Kunstgriffe ankommen, welche in einem Falle leicht zu erfinden sind, in einem anderen einiges Nachdenken verursachen werden. Das einfachste wird meistens sein, den zu untersuchenden Geruch so oftmals zu verdünnen oder von den fraglichen Stoffen so kleine Mengen abzumessen, dass ihre Riechkraft unter den Bedingungen des Experiments der Olfactie entspricht. Ein andermal wird man den zu untersuchenden Geruch mit einer bestimmten Anzahl von Olfactien vergleichen und auf diese Weise den beabsichtigten Zweck erreichen. Je näher der Reizschwelle, um so genauer die Vergleichung, und so wird also die erste Methode, falls sie anwendbar, der zweiten vorzuziehen sein. Passy, so wie ich selbst, verwerteten daher

unabhängig von einander das erste Verfahren bei Berechnung der Riechkraft der normalen Fettsäuren.

Auch im II. Abschnitte, als wir die Riechkraft des gelben Wachses bei verschiedenen Temperaturen untersuchten, wählten wir diese Methode. Dr. Reuter und ich machten davon Anwendung, als wir die Intensität des Duftes der Riechcylinder aus verschiedenen festen Stoffen, namentlich jener aus Kautschuk, aus Ammoniacum-Guttapercha und aus Sumbul zu bestimmen suchten. Mesnard hingegen bediente sich des anderen Principes, als er seine Parfums durch Terpentindämpfe compensierte. Dabei wurde gleichwohl die Ungenauigkeit der Vergleichung zweier starken Gerüche vermieden, eben dadurch, dass er die gegenseitige Aufhebung der zwei Geruchseindrücke sich zu Nutze machte. Indessen wird es dabei notwendig sein, eine Hypothese zu Hilfe zu nehmen, welche wir noch nicht für alle Fälle für erwiesen halten können (man vgl. X. Abschnitt). Für die allgemeine Physiologie sind vielleicht einige odorimetrische Messungen bereits jetzt von so greifbarem Nutzen, dass es der Mühe lohnen mag, derselben hier noch mit einigen Worten zu erwähnen. Wir meinen in erster Reihe die Odorimetrie des Harns und in zweiter jene der Milch.

Die Wichtigkeit der ersteren braucht nicht hervorgehoben zu werden. Denn sowohl die zufällig im Harne vorkommenden Riechstoffe als die darin constant vorhandenen beanspruchen in mehr als einer Hinsicht unser Interesse. Unter den accidentellen Riechstoffen in demselben sind der Veilchengeruch nach Terpentingebrauch, der Mercaptangeruch nach Genuss von Spargel die bekanntesten. Eine quantitative Bestimmung dieser Stoffe im Harne ist nach chemischer Methode ungemein schwierig, odorimetrisch eine höchst einfache Aufgabe.

Wichtiger als die zufälligen Riechstoffe, welche im Harne von der Nahrung herrühren, erscheinen die Riechstoffe, welche im Fieberzustande, bei Infectionskrankheiten u. s. w. vorkommen. Die Qualität des Geruches, welche dieselben abgeben, lässt sich nur bei allmählicher Verdünnung genauer erforschen und wir verwenden also zu diesem Zwecke am besten einen mit Harn getränkten olfactometrischen Cylinder, welcher gestattet, die aufeinander folgenden Verdünnungen sehr schnell unter einander zu vergleichen. Auf diese Beobachtungen wollen wir hier jedoch nicht weiter eingehen, ebensowenig auf die noch fast ganz unbekannte chemische Zusammensetzung der hier in Betracht kommenden Stoffe [1]), sondern uns direct der quantitativen Bestimmung zuwenden. Wir

1) Es wurde in letzter Zeit noch durch die schönen Untersuchungen von Jaksch's sichergestellt, dass flüchtige Fettsäuren im Harn vorkommen, nämlich normal Ameisensäure und Essigsäure und auch Oxyde von Propionsäure und Buttersäure, bei Infectionskrankheiten auch Valeriansäure.

gelangen ganz abgesehen von der quantitativen Differenzierung zu derselben, wenn wir vorläufig einfach den odorimetrischen Coefficienten des Harnes feststellen. Ich schlage vor, mit diesem Ausdruck das Verhältnis zu bezeichnen, welches zwischen dem Olfacticnwert des Harnes in Centimetern und 1 cm Cylinderlänge besteht. Wenn wir z. B. uns einen Harn denken, welcher in einem Porzellancylinder aufgenommen bei $1/2$ cm eine minimale Geruchsempfindung giebt, so haben wir einen Coefficienten = 2; wurde aber erst bei 2 cm die Reizschwelle erreicht, so würde dies einen Coefficienten von 0,5 ergeben u. s. w.

Wir haben diese Umschreibung der Riechkraft eines Harnes der Bequemlichkeit wegen angenommen. Wir sind bei jeder odorimetrischen Bestimmung genötigt, unsere eigene Riechschärfe fortwährend zu controlieren. Am leichtesten gelingt dies mit Hilfe des Kautschukriechmessers, weil dieser Stoff den Geruchssinn sehr wenig ermüdet und überdies nur eine geringe Adhäsion zur gläsernen Wand des Innenröhrchens hat. Weil ferner die gewöhnlichen teils physiologischen teils pathologischen respiratorischen und essentiellen Anosmien die Geruchsschärfe für alle Geruchsqualitäten gleichmäßig herabsetzen, so genügt es vollkommen, solche Controlversuche für eine einzige Qualität anzustellen, und dann kann man sich in der Wahl derselben gänzlich von technischen Rücksichten leiten lassen. Kein Wunder also, dass wir fast immer zum Kautschukolfactometer gegriffen haben. An diesem findet sich, wie bekannt, die normale Reizschwelle ungefähr bei 1 cm. Was ist also einfacher als die Riechkraft der untersuchten Flüssigkeit mit jener des Kautschuks zu vergleichen? Fast unwillkürlich kommt man dazu und gewinnt während des Experimentierens die Vorstellung einer 2 mal, 3 mal, 4 mal größeren oder kleineren Geruchsstärke, welche dem Harne zukommt, im Vergleiche mit der Geruchsintensität des Riechstoffes, den man vorübergehend gewissermaßen als Normalriechstoff gewählt hat. Dieses ist die praktische Umschreibung der theoretischen Definierung, welche wir soeben für den Begriff des odorimetrischen Coefficienten aufstellten. Es sei erlaubt hier einige Beispiele anzuführen:

1. Normaler Urin in vollkommen frischem Zustande. Ein sorgfältig ausgewaschener poröser Porzellancylinder wird während zwei Stunden eingetaucht, oberflächlich abgetrocknet und zu einem Riechmesser armiert. Es stellt sich heraus, dass ein Geruchssinn, dessen Olfactus $3/2$ beträgt, also $1\,1/2$ mal größer ist als normal, eine eben merkliche Empfindung eines Harngeruches wahrnimmt, wenn der Cylinder 2 cm vorgeschoben wird. Ein Geruchssinn mit Olfactus = 1 würde also eine eben merkliche Empfindung bei 3 cm gehabt haben. Die Riechkraft dieses Harns ist daher 3 mal geringer als jene des Normalkautschuks, der odorimetrische Coëfficient des Harns $1/3$.

2. Ein junger, an Dilatatio cordis dextri leidender, sonst gesunder Mann. Hellgelber klarer Urin von 1020 specifischem Gewichte. Neutrale Reaction gegen Lackmus.

Frei von Eiweiß und Zucker. Ein sorgfältig ausgewaschener poröser Porzellancylinder wird während zwei Stunden eingetaucht, oberflächlich abgetrocknet und zu einem Riechmesser armiert. Die eben merkliche Empfindung eines Harngeruchs entsteht für einen normalen Geruchssinn bei $1/2$ cm. Temperatur der Stube 13° C. Der odorimetrische Coëfficient beträgt hier also 2, d. h. die Geruchsintensität des Harns zeigte sich 2 mal größer als jene des Kautschuks.

3. Ein junger Mann mit subacuter seröser Pleuritis. Strohgelber klarer Urin 1020 specifischen Gewichts. Schwach saure Reaction. Ein sorgfältig ausgewaschener poröser Porzellancylinder wird während zwei Stunden eingetaucht, oberflächlich abgetrocknet und zu einem Riechmesser armiert. Wenn der Cylinder $1^1/_2$ cm vorgeschoben wird, verspürt man einen eben merklichen Harngeruch. Der odorimetrische Coëfficient beträgt also $2/3$.

4. Ein junger Mann mit subacuter seröser Pleuritis. Gelbroter, durch Urate etwas getrübter Urin 1031 specifischen Gewichts. Frei von Eiweiß und Zucker. Ein sorgfältig ausgewaschener poröser Porzellancylinder wird während zwei Stunden eingetaucht, oberflächlich abgetrocknet und zu einem Riechmesser armiert. Ein eben merklicher Harngeruch wird wahrgenommen, sobald der Cylinder 0,25 cm vorgeschoben ist. Der odorimetrische Coëfficient betrug hier also 4, d. h. dieser Harn besaß eine Riechkraft 4 mal größer als Kautschuk.

5. Ein junger Mann im hoch febrilen Stadium der croupösen Pneumonie. Roter, etwas trüber Urin 1027 specifischen Gewichts, worin eine Spur Eiweiß und spectroskopisch nachweisbares freies Urobilin. Ein sorgfältig ausgewaschener poröser Porzellancylinder wird während zwei Stunden eingetaucht, oberflächlich abgetrocknet und zu einem Riechmesser armiert. Ein eben merklicher Harngeruch zeigt sich, sobald der Cylinder $3/4$ cm vorgeschoben ist. Der odorimetrische Coëfficient beträgt hier also $1^1/_3$, d. h. dieser Harn riecht $4/3$ mal so stark als Kautschuk.

Das Vorhergehende zeigt in jedem Falle, dass ein absichtliches Studium des odorimetrischen Coefficienten des Harns unter verschiedenen normalen Bedingungen, und weit mehr noch im pathologischen Zustande, wahrscheinlich höchst eigentümliche Thatsachen ans Licht bringen wird. Die Unterschiede in unseren Beispielen sind nämlich so groß, dass sie weit über die von den Versuchsbedingungen abhängigen Variationen hinausgehen. Sie müssen daher im Stoffwechsel der Personen selbst begründet sein, und entsprechen vermutlich einem Bestandteile desselben, welcher auf keine andere Weise bis jetzt der Untersuchung zugänglich war. Denn für einen Mischgeruch ist der gewöhnliche Harngeruch doch viel zu constant. Eher könnten wir uns denken, dass der charakteristische Eigengeruch des Harns öfters teilweise von aus der Nahrung (Gemüse u. s. w.) übergangenen Gerüchen mehr oder weniger maskiert wird. Die Intensität des Nahrungsgeruches kann so bedeutend werden, dass sie den Eigengeruch des Harns sogar ganz verdeckt. Dann treten die Nahrungsgerüche in den Vordergrund, und wenn deren mehrere vorhanden sind, wird das Zustandekommen eines Mischgeruchs nicht zu den Unmöglichkeiten gehören. Durch diesen Umstand verspricht die Odorimetrie in acuten pathologischen Fällen, wenn gar keine oder nur

einheitliche Nahrung genommen wird, z. B. Milch, am ehesten übersichtliche Resultate. Die Odorimetrie bei mehr zusammengesetzter Nahrung ist vorläufig ein ungemein compliciertes Problem.

Es wird schon jetzt wichtig sein, gerade mit Rücksicht auf die Odorimetrie in acuten Krankheiten die Gerüche in der Milch qualitativ und quantitativ näher zu untersuchen. Diese Aufgabe ist nicht so ganz leicht, weil sich, abgesehen von zufälligen Unreinlichkeiten, von den Gefäßen anhaftenden Riechstoffen, neben dem gewöhnlichen Milchgeruch der Kuhmilch fast immer ein Moschusgeruch bemerkbar macht, welcher vielleicht mit dem Milchgeruch in Wettstreit tritt. Dieser Moschusgeruch fehlt in der Frauenmilch. Er kann in der Kuhmilch besonders deutlich werden durch leichtes Erwärmen unter Hinzufügung von ungefähr gleichen Teilen Kalkwasser. Auch entstehen bedeutende technische Schwierigkeiten, weil die porösen Cylinder sich nach Beendigung des Versuchs nur mühsam vom Milchfett befreien lassen, und dies ist doch unbedingt notwendig, wenn man mit dem Cylinder einen neuen Versuch anstellen will [1]. Unüberwindlich sind jedoch alle diese Schwierigkeiten nicht, und mit einiger Ausdauer wird es ohne Frage gelingen, die Odorimetrie der Milch so weit durchzuführen, dass man die Riechstoffe dieses Secretionsproducts ungefähr kennen lernt und damit bei genaueren Bestimmungen des odorimetrischen Coefficienten eines Harns bei einer Milchdiät Rechnung tragen kann. Eine erschöpfende Behandlung des Gegenstandes jedoch würde wieder eine Untersuchung nach den Nahrungsriechstoffen, welche in die Milch übergehen, voraussetzen.

---

1) Vielleicht verdient es angesichts dieser Schwierigkeiten den Vorzug, die qualitativen Untersuchungen vorläufig nicht an der Milch selbst, sondern am Harn einer Versuchsperson vorzunehmen, welche man 1 oder 2 Liter Milch genießen lässt. Der Eigengeruch der Milch wird dann im Harn deutlich wahrnehmbar sein und Aufnahme in einem olfactometrischen Cylinder zulassen, ohne von den Fettkügelchen gestört zu werden. Nur soll man dessen bewusst sein, dass man in diesem Falle nur den Überschuss des Duftes wahrnimmt, welcher von dem compensierenden Eigengeruch des Harnes nicht verdeckt wird.

# XII. Unterschiedsschwelle. Reactionszeit. Ermüdung.

## A. Unterschiedsschwelle.

Durch Graduierung des Reizes mit dem Riechmesser werden einige Fragen der Lösung zugänglich, welche bislang derselben noch harrten. Wir wollen diese Probleme hier kurzweg erwähnen und die Methode, nach welcher die Lösung angestrebt werden soll, wenigstens in ihren Hauptzügen zu erörtern suchen. In erster Linie fordert unter den genannten Fragen das Verhältnis zwischen Reiz und Empfindung unser Interesse. A priori ist es in Analogie mit anderen Sinnesorganen nicht wahrscheinlich, dass einem zweimal größeren Reize auch ein zweimal tieferer Eindruck, eine zweimal größere Reizung entsprechen wird. Im Gegenteil es ist zu erwarten, dass mit der Zunahme des Reizes die Intensität der Empfindung wohl zunehmen, aber nicht in demselben Maße vermehrt wird. Diese Verhältnisse zeigen sich am deutlichsten, wenn man nach der Methode der eben merklichen Unterschiede die sogenannte »Unterschiedsschwelle«, die geringste Zugabe aufsucht, welche noch eine Veränderung in der Intensität des Reizes hervorbringt. Eine solche Untersuchung gelingt am besten mit einem Geruche, der den Geruchssinn weder sehr ermüdet noch einen Nachgeruch zurücklässt, welcher die nachfolgenden Wahrnehmungen beeinträchtigen könnte. Wir besitzen im vulkanisierten Kautschuk einen derartigen Geruch. Hat man es mit Reizen zu thun, die sehr dicht am normalen minimum perceptibile liegen, welche nur um ein Geringes größer oder kleiner als dieses sind, so verursacht eine Verschiedenheit von 0,7 cm der Cylinderlänge bereits einen deutlichen Unterschied. Bei etwas größeren Reizen, welche im Riechmesser zwischen 2 und 5 cm liegen, wird die Zugabe bereits größer sein müssen, um deutlich wahrnehmbar heißen zu können. Eine Vermehrung um 1,5 cm wurde in 6 Malen viermal mit Sicherheit erkannt; zweimal blieb man im Ungewissen. Für Reize, die im Riechmesser zwischen 5 und 9 cm liegen, müssten die Veränderungen noch viel größer gemacht werden; 3,5 cm wurden unter diesen Umständen noch ebenso häufig erkannt als nicht erkannt.

Es ist selbstsprechend, dass man aus diesen und noch einigen anderen Wertziffern, die ich verzeichnen konnte [1]), keine numerischen Schlussfolgerungen ziehen darf. Sie regen jedoch sehr zu einer umfassenderen

---

1) U. a. auch im Abschnitte über Odorimetrie, in welchem die Unterschiedsschwellen für Wachs angegeben sind.

Untersuchung an, um die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes genauer zu prüfen, nach welchem die Empfindung den Logarithmen des Reizes proportional zunehmen soll [1]. Der eben genannte Versuch und derjenige, wovon im Abschnitt über die Odorimetrie die Rede war, wurden nach Fechner's »Methode der eben merklichen Unterschiede« angestellt. Wir ließen einen Normalreiz $r$ einwirken, und nachher einen erhöhten oder verminderten Reiz $r'$, den wir derartig wählten, dass er gewiss die Grenze »des Ebenmerklichen« überschritt. Dann wurde $r'$ bis zur Grenze verringert, an welcher er sich »eben merklich« von $r$ unterscheidet, wodurch man bei der Bestimmung der genannten Grenzwerte durch einige hin- und hergehende Versuche den Punkt zu finden sucht, wo »der eben merkliche Unterschied« einen bestimmten, für alle Wahrnehmungen einer gewissen Versuchsreihe constanten Wert besitzt. Da es sich um »Vorversuche« handelte, war dieses Verfahren unzweifelhaft zweckmäßig.

Wundt bemerkt jedoch, dass unsere Methode große Nachteile für genauere Bestimmungen mit sich führe, vor Allem die Unsicherheit in der Wahl des intensiveren Reizes $r'$, wodurch dass Sinnesorgan und die Aufmerksamkeit unnötiger Weise ermüdet wird, wenn man anfänglich die Grenze des »Ebenmerklichen« weit überschreitet; ferner das Tatonnieren, wodurch man die Grenze zu finden sucht, und welches schwerlich mit genügender Gleichförmigkeit bei den verschiedenen Versuchen ausgeführt werden kann. Aus diesen Ursachen empfiehlt Wundt folgendes Verfahren, welches er die Methode der »Minimaländerungen« nennt [2].

Anfangs wird $r = r'$ angenommen, dann verringert man den Reiz in unmerklichen Übergängen so lange, bis $r'$ größer als $r$ erscheint. Dieser Punkt wird angemerkt, und sogar der Sicherheit halber noch etwas weiter verlegt. Hierauf wird $r'$ allmählich abgeschwächt, bis der Punkt, wo $r$ und $r'$ gleich stark scheinen, erreicht ist. Auch dann geht man der Sicherheit willen noch etwas über diesen Punkt hinaus. So erhält man zwei Werte, die Wundt mit $r'_0$ und $r''_0$ bezeichnet, während er deren arithmetisches Mittel $r_0$ nennt. Auf gleiche Weise geht man von dem Punkt $r$ nach abwärts, und erhält so wieder ein arithmetisches Mittel $r_u$. Beide Mittel geben unmittelbar die »Schwellenwerte«. Ersteres Mittel verschafft die von Wundt sogenannte »obere Unterschiedsschwelle«:

$$\text{Die obere Unterschiedsschwelle: } \Delta r_0 = r_0 - r.$$

Das zweite Mittel liefert die sogenannte »untere Unterschiedsschwelle«:

$$\text{Die untere Unterschiedsschwelle: } \Delta r_u = r - r_u.$$

Solche Versuchsreihen, die jedesmal ein $\Delta r_0$ und ein $\Delta r_u$ liefern,

1) Über die principielle Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes vgl. C. Müller, Psychophysische Untersuchungen. Archiv für Physiologie. 1889. Suppl. S. 130.
2) W. Wundt, Philosophische Studien. 1883. Bd. I. Heft 4. S. 556.

werden nun für jeden Wert des $r$ mehrmals angestellt. Man hat dann Gelegenheit, gute »Mittelwerte« zu bekommen und, wenn nötig, constante Fehler auszuscheiden, wobei dann hauptsächlich der constante Fehler durch Vergleichung eines unmittelbaren Eindruckes, mit dem Erinnerungsbilde, wie es hier immer stattfinden muss, berücksichtigt wird.

Ich habe mich von der Ausführbarkeit dieser Methode beim Experimentieren mit dem Riechmesser überzeugt. Nur muss man einen Olfactometer wählen, bei welchem die Adhäsion[1]) auf ein Minimum reduciert ist, sonst würde das Reinigen zwischen zwei auf einander folgenden Bestimmungen zu zeitraubend werden, und man würde dann gezwungen sein, zwei vollkommen gleiche und gleichförmige Instrumente zu gebrauchen, an deren jedem nur einmal aspiriert wird. Dies bringt jedoch bedeutende Complicationen in die Versuchseinrichtung, daher ich vorläufig vorziehe, mit einem und demselben Riechmesser, an dem zu wiederholten Malen nach einander gerochen wird, zu experimentieren. Das Anhaften des Riechstoffes, welches man niemals ganz vermeiden kann, veranlasst dann allerdings Fehlerquellen, allein es wird der Einfluss der Adhäsion, wenn man nicht mit allzunahe an der Riechschwelle liegenden Reizen experimentiert, verhältnismäßig gering sein und kann dann für einige Stoffe ganz außer Betracht kommen. Letzteres wird bei Stoffen der Fall sein, die weder in Wasser löslich sind, und daher nicht in der capillären Feuchtigkeitsschicht, welche die Innenfläche des Riechrohres bekleidet, sich auflösen können, noch an der Glasoberfläche condensieren. Diesen Erfordernissen entspricht ziemlich gut der Kautschukriechmesser. Nur nach zahlreichen Aspirationen wird der Innenwand des Riechrohres so viel Kautschukgeruch anhaften, dass das Rohr, vom Cylinder entfernt, bereits einen schwachen Geruchseindruck verschafft. Experimentiert man mit einem Reiz $r = 3$ Olfactien, so steigt derselbe allmählich bis $r + 1 = 4$ Olfactien. Es muss also eine Correction angebracht werden, die leicht zu berechnen ist. Man beginnt seine Versuche mit Bestimmungen über die Unterschiedsschwelle bei $r = 3$ Olfactien und endigt mit Bestimmungen bei $r = 4$ Olfactien. Die erhaltenen Werte für $\Delta r_o$ und $\Delta r_u$ werden also in eine Reihe geordnet werden können, in welcher die durch Adhäsion verursachte Störung sogleich ersichtlich wird.

Wählt man jedoch Riechmesser, deren riechender Bestandteil eine größere Löslichkeit im Wasser besitzt, oder stark am Glase condensiert, so wird $r$ in der darauffolgenden Aspiration so veränderlich, dass die Methode der Minimaländerungen nicht mehr ausführbar scheint. Dann bleibt nichts anderes übrig, als zur Methode der »eben merklichen Unterschiede« zurückzukehren.

1) Siehe Abschnitt über »Olfactometrische Technik«.

Mittels einer anderen olfactometrischen Methode als der unserigen, z. B. mit der Passy's, Bestimmungen der Unterschiedsschwelle anzustellen, scheint ohne höchst complicierte Einrichtungen fast unmöglich, wenigstens wenn man der Versuchsbedingungen Herr bleiben will und die Fehler quantitativ zu beurteilen wünscht.

Die Frage der »Unterschiedsschwelle« ist für die Physiologie des Geruches von besonders großer Bedeutung, da in jüngster Zeit seitens der französischen Forscher eine Unterscheidung eingeführt wurde, welche meines Erachtens nur mit der Kenntnis der »Unterschiedsschwelle« verständlich werden kann.

Jacques Passy teilte am 19. März 1892 der Société de Biologie in Paris [1]) die Verdünnungen mit, in welchen eine Anzahl von Stoffen noch eben gerochen werden können. Er fand dies minimum perceptibile erreicht, wenn in einem Liter Luft die folgenden Mengen anwesend waren:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kampfer . . . . . . . . . | 5 | | Tausendstel mg |
| Äther . . . . . . . . . . | 1 | | - - |
| Citral . . . . . . . . . . | 0,5 | — 0,1 | - - |
| Heliotropin . . . . . . . | 0,1 | — 0,05 | - - |
| Kumarin . . . . . . . . . | 0,05 | — 0,01 | - - |
| Vanillin . . . . . . . . . | 0,005 | — 0,0005 | - - |
| Moschus . . . . . . . . . | 0,001 | | - - |
| Moschus artificialis (Bauer) | 0,00001 | — 0,000005 | - - |

Der Leser wird der Gerüche dieser Stoffe unzweifelhaft sich erinnern können, und Passy macht davon Gebrauch, um auf den Unterschied aufmerksam zu machen zwischen dem, was er Riechkraft (»pouvoir odorant«) und Intensität des Geruches nennt. In meiner Nomenclatur haben beide Wörter die gleiche Bedeutung, aber Passy wünscht einen Unterschied zu machen.

Die Riechkraft oder Duftkraft ist einfach umgekehrt proportional zum minimum perceptibile. Hiergegen ist nichts einzuwenden, denn es ist die gangbare Definition. Aber die andere Bezeichnung macht neue Vorstellungen notwendig. Die neue Definition beruht in erster Reihe auf der subjectiven Auffassung: »Tout le monde sent que le camphre, le citron, la benzine sont des odeurs fortes, la vanille, l'iris des odeurs faibles« [2]); doch hat die Vanille eine tausendmal größere Riechkraft als der Kampfer.

Nebst diesen subjectiven, wenig überzeugenden Merkmalen zählt

1) Comptes rendus de la Société de Biologie. 1892. S. 240.

2) »Jedermann fühlt, dass Kampfer, Citrone, Benzol starke, Vanille, Veilchenwurzel schwache Gerüche sind.«

Passy glücklicher Weise noch einige andere objective Kennzeichen zur Unterscheidung auf:

1) Die deutliche »Unterschiedsschwelle«, welche aufeinanderfolgende steigende Concentrationen intensiver Gerüche wie Kampher- und Citronengeruch bieten. Dagegen geben schwache Gerüche, wie Vanille und Kumarin, unter diesen Umständen nur unbestimmte Unterschiede, und man erreicht bald ein Maximum, über welchem der Geruch wohl unangenehm, aber nicht kräftiger wird.
2) Individuelle Unterschiede bestehen vorzüglich für schwache Gerüche, wie Vanille, Heliotropin, Moschus. Einige Personen erhalten sogar niemals einen kräftigen Eindruck von ihnen.
3) Nur bei den schwachen Gerüchen stellen sich die täglichen Schwankungen der Riechschärfe ein.
4) Ermüdung beeinflusst bedeutend mehr die schwachen als die intensiveren Gerüche.
5) Der intensivere Geruch verhüllt den schwächeren.

Wenn wir die eben angeführten Merkmale Passy's von einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkte zu betrachten suchen, so wird es sofort ersichtlich, dass es ausschließlich die relative Größe der »Unterschiedsschwelle« ist, welche den Unterschied bestimmt. Es lassen sich an irgend einer Reihe Reize, welcher Art sie auch sein mögen, quantitativ eine »Reizschwelle« und eine »Reizhöhe« unterscheiden. Die Reize haben unter der »Schwelle« keine physiologische Wirkung, und nehmen über der »Reizhöhe« nicht mehr an Stärke zu. Es müssen also alle wirksamen Reize zwischen »Schwellenwert« und »Höhenwert« eingereiht werden können. Der Abstand zwischen den beiden Endpunkten einer solchen Reihe kann gemessen werden entweder durch Bestimmung der Anzahl der dazwischen fallenden »Schwellenwerte« (für den Geruch Olfactien) oder durch Aufzählung der Anzahl »Unterschiedsschwellen«, die als so viele Stufen den allmählichen Übergang von dem subjectiv schwächsten zu dem subjectiv stärksten Reiz vermitteln. Bei Reizen von großer Riechkraft (pouvoir odorant) ist die Reihe nach dem ersten Maßstabe gemessen bis zu einer gewissen Reizhöhe ungemein ausgedehnt, weil der Wert der Olfactien so gering ist; bei Reizen hingegen von geringer Riechkraft ist die Reihe nach dem ersten Maßstabe kurz, weil der Wert der Olfactie groß ist; vorausgesetzt natürlich, dass die maximale Dampfdichte, welche der Reizhöhe entspricht, für beide die gleiche sei.

Misst man jedoch mit dem zweiten Maßstabe, so kann sehr wohl das Gegenteil der Fall sein. Die »Unterschiedsschwelle« für Kautschuk z. B. beträgt bei einem Reize von ± 10 Olfactien beiläufig 5 Olfactien, für Wachs von 10 Olfactien dagegen nur 2 Olfactien. Folge davon ist, dass

für Wachs mehr Zwischenstufen über eine Breite von tausend Olfactien unterschieden werden können, als für Kautschuk. Die Stärke eines Riecheindruckes wird jedoch nach der Anzahl der Zwischenstufen, womit er den »Schwellenwert« übertrifft, subjectiv geschätzt. Daher ist es nicht zu verwundern, dass ein Stück Wachs uns stärker zu riechen scheint als ein gleiches Stück Kautschuk. Aber die Reizhöhe liegt nicht für alle Riechstoffe gleichviel Olfactien über der Reizschwelle. Dieses geht schon aus der Definition des Begriffes hervor, denn die Reizhöhe ist derjenige Wert, bei welchem eine so große Unterschiedsschwelle erreicht ist, dass dieselbe mit unseren gewöhnlichen technischen Hülfsmitteln nicht dargestellt werden kann. Dann ist eine Zunahme des Reizes geradezu unmöglich. Diese technische Unausführbarkeit wird je nach der physikalischen und chemischen Eigenart der Riechstoffe das eine Mal früher, das andere Mal später eintreten. Bei gleicher physikalischer und chemischer Beschaffenheit jedoch wird es die Schnelligkeit sein, womit die Unterschiedsschwelle nach dem Weber'schen Gesetz anwächst, welche für die Lage der Reizhöhe bestimmend ist. Man sieht also, dass auch hier nicht weniger als bei der subjectiven Abschätzung der Intensität eines Reizes sich der Einfluss der Unterschiedsschwelle fühlbar macht, und es völlig erklärlich ist, dass ceteris paribus ein Riechstoff mit breiten Unterschiedsschwellen eher die Reizhöhe erreichen wird als ein Riechstoff mit niederen Unterschiedsstufen [1]).

Die Umschreibung, die wir hier von starken und schwachen Gerüchen gegeben haben, folgt unmittelbar aus den ihnen von Passy in seiner Definition zugesprochenen Eigenschaften. Nur eine Eigenschaft haben wir außer Acht gelassen, nämlich die Thatsache, dass starke Gerüche die schwächeren verhüllen. Wir entnehmen jedoch dem Abschnitte über die Compensation der Gerüche, dass dies alles von den Quantitäten abhängt. Im Allgemeinen kann man dies also gewiss nicht behaupten. Nur wenn man damit die einfache Thatsache andeuten wollte, dass eine Geruchsquantität, die viele Stufen über dem Schwellenwert liegt, notwendig einen anderen Geruch verdrängen muss, welcher die Reizschwelle nur wenige Stufen überschreitet, dürfte dieses sich wohl in der größten Mehrzahl der Fälle bewahrheiten. Doch können wir nicht einsehen, dass viel damit gewonnen wäre. Die Frage erheischt vielmehr eine absichtliche quantitative Untersuchung. Der Weg hierzu liegt auf der Hand. Ein Beispiel diene zur Erläuterung: Wir fanden vorher, dass die Gerüche von Kautschuk und Wachs einander aufheben bei einer Cylinderlänge von 10 cm : 7 cm, oder in Olfactien 14 : 28. Es ist nicht

---

1) Es würde außerordentlich lehrreich sein, in dieser Hinsicht die Glieder einer homologen Reihe zu studieren, z. B. die der Fettsäuren.

unwahrscheinlich, dass der Kautschukreiz dann ± $2^1/_2$ Stufen über dem Schwellenwert gelegen hatte, denn die »Unterschiedsschwelle« beträgt bei 10 Olfactien beiläufig 5 Olfactien. Auf gleiche Weise kann man die scheinbare Stärke des Wachsreizes auf 5—6 Stufen schätzen. $2^1/_2$ Stufen subjectiver Schätzung würden also hier durch 5—6 Stufen des anderen Geruches aufgewogen werden. Dies sind wohl nur grobe Berechnungen ohne besonderen Wert, welche ich jedoch hier nur zur Verdeutlichung meiner Ansicht anführe. Wir bezwecken damit, einen Beitrag zur Präcision unserer Vorstellungen über die Intensität eines Geruches (im Sinne Passy's) zu liefern. Dies ist um so mehr nötig, weil dieser verdienstvolle Psycholog nicht der einzige ist, welcher den neuen Begriff vertritt. Auch Beaunis scheint in seinen Untersuchungen über die Reactionszeit darauf hingedeutet zu haben. Die Idee wurzelt übrigens bereits in Magendie's Physiologie[1]), in welcher von »odeurs faibles et fortes« die Rede ist, ohne jedoch diese Bezeichungen näher zu definieren.

Es bedarf keines Beweises, dass eine grenzenlose Verwirrung entstehen würde, wollten wir bereits jetzt diese Unterscheidungen annehmen. Vorläufig mögen die beiden Bezeichnungen »odeur« und »parfum«, von welchen Beaunis und Passy die erstere für die starken Gerüche, die andere für schwache Gerüche, deren Riechkraft übrigens beträchtlich sein kann, anzuwenden wünschen, noch als Synomyme gelten. Es wird später die Zeit kommen, wann jedem derselben eine besondere Umschreibung zuerkannt wird, für welche dann durch die beiden genannten französischen Forscher der Weg gebahnt worden wäre. Vielleicht dürfte unsere oben erörterte Erklärung Zustimmung erwerben und dazu beitragen, den neueren Gedankengang mit dem alten allgemein gebräuchlichen zu versöhnen.

## B. Reactionszeit.

Die neueste Litteratur bringt drei Mitteilungen über die Reactionszeit der Geruchseindrücke, deren Ergebnisse wir hier kurz zusammenfassen, um schließlich unsere eigene Methode zur Bestimmung der Reactionszeit zu beschreiben. Es sind die Untersuchungen von Moldenhauer (1883) Buccola (1882) und Beaunis (1883).

1) Moldenhauer[2]) blies einen riechenden Luftstrom in die Nase, und ließ durch diesen Luftstrom selbst den elektrischen Strom eines Chronoskops öffnen. Ein Signal gab einen Augenblick später die Aus-

---

1) Magendie, Précis de Physiologie. Tome I. S. 127.

2) W. Moldenhauer, Über die einfache Reactionszeit einer Geruchsempfindung. — Wundt's philosophische Studien. 1883. Bd. I. Heft 4. S. 606.

lösung der Empfindung an. Der Zeitunterschied ist ohne weiteres die Reactionszeit.

Der Riechstoff war in einer ovalen Kapsel aus Hartgummi eingeschlossen, mit deren Innerem drei Röhren in Verbindung standen. Zwei derselben mündeten unter einem kleinen Winkel an einem der Pole des Ovoïds aus, während das dritte sich am gegenüberliegenden Pole befand. Der Luftstrom trat durch letzteres Rohr nach innen und verteilte sich, nachdem er durch die Kapsel gezogen, dann gleichmäßig über die beiden anderen Röhren, deren eine in die Nase führte, die andere nach dem Apparate, der den elektrischen Strom schloss und unterbrach. Blies man Luft mittels eines Doppelballons ein, so drang gleichzeitig Riechstoff in die Nase und es wurde ein Aluminiumplättchen gehoben, welches den elektrischen Contact vermittelte. Riechreiz und Stromunterbrechung fanden demnach ungefähr in demselben Augenblicke statt. Störend bei dem Versuche schienen das Geräusch des Doppelballons und die Tastempfindung, welche die eingeblasene Luft an der Nasenschleimhaut hervorruft. Man konnte sich allerdings durch Abstraction davon unabhängig machen, was aber erst nach einiger Übung gelang.

Die besten Resultate erhielten zwei geübte Experimentatoren in Wundt's Laboratorium. Die gewonnenen Zahlen werden von Moldenhauer in folgender Tabelle in tausendstel Secunden angeführt.

Mittelwerte in $^1/_{1000}$ Secunden.

| Riechstoffe | Dr. Trautscholdt | cand. med. Frenkel |
|---|---|---|
| Rosmarinöl . . . . | 199 | 330 |
| Pfefferminzöl . . . | 203 | 362 |
| Bergamottöl . . . . | 212 | 374 |
| Kampfer . . . . . | 226 | 492 |

Überdies machte noch ein dritter Beobachter — Dr. Kraepelin — einige Versuche mit folgenden Resultaten.

| | |
|---|---|
| Pfefferminzöl . . . . . . . . . | 247 |
| Bergamottöl . . . . . . . . . . | 268 |
| Rosenöl . . . . . . . . . . . . | 291 |
| Kampfer . . . . . . . . . . . . | 246 |
| Moschus . . . . . . . . . . . . | 319 |
| Oleum pini . . . . . . . . . . | 267 |
| Essigäther . . . . . . . . . . . | 255 |

Wie auseinanderlaufend die Ergebnisse auch seien, so ergiebt sich in jedem Falle deutlich, dass die Reactionszeit für dergleichen Geruchsein-

drücke viel länger ist als die für andere Sinnesreize, und dies ungeachtet hier maximale Reizung angewendet wurde, da der Kampfer und Moschus in kleinen Stückchen, die ätherischen Öle auf Watte getröpfelt, in der Kapsel eingeschlossen waren.

2) Eine Untersuchung von Buccola, welche kurz vor Moldenhauer in italienischer Sprache gedruckt, aber erst im Jahre 1884 in französischer Übersetzung veröffentlicht wurde [1]), führte zu analogen Resultaten, was nicht befremden darf, da beide Methoden eine große Ähnlichkeit zeigen.

Buccola ließ einen Apparat in Form einer Dose anfertigen, welche mit einer nach einwärts sich öffnenden Klappe versehen ist. Diese springt beim Drucke auf eine Feder auf und kommt gleichzeitig mit zwei Metallknöpfchen in Berührung, wodurch der elektrische Strom geschlossen wird. In demselben Augenblicke entweicht aus der Dose an dem geöffneten Deckel entlang ein geruchgeschwängerter Luftstrom, dessen Geruch von mit einem Riechstoffe getränkten, am Boden der Dose befindlichen Schwämmchen herrührt und einen Geruchseindruck erzeugt. Der Beobachter drückt, sobald er diesen wahrgenommen, auf einen Knopf, der den eben geschlossenen elektrischen Strom aufs Neue unterbricht. Die Zeit, während welcher der Strom geschlossen ist, entspricht der Reactionszeit. Wir lassen hier einige gewonnene Resultate folgen:

Eau de Felsina [2]).

| | | Mittel | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beobachter | I | 0,393 | (0,314 | Minimum | — 0,516 | Maximum) |
| - | II | 0,442 | (0,349 | - | — 0,592 | - | ) |
| - | III | 0,431 | (0,350 | - | — 0,614 | - | ) |
| - | IV | 0,681 | (0,537 | - | — 0,865 | - | ) |

Essence d'Oeillet [3]).

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beobachter | I | 0,412 | (0,304 | Minimum | — 0,509 | Maximum) | |
| - | II | 0,529 | (0,360 | - | — 0,794 | - | ) |
| - | III | 0,374 | (0,258 | - | — 0,471 | - | ) |
| - | IV | 0,509 | (0,410 | - | — 0,678 | - | ) |

Äthyläther.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Beobachter | I | 0,236 | (0,166 | Minimum | — 0,337 | Maximum) | |
| - | II | 0,334 | (0,288 | - | — 0,405 | - | ) |
| - | III | 0,263 | (0,169 | - | — 0,422 | - | ) |

1) G. Buccola, Archivio italiano per le malattie nervose e mentali. 1882. — Rivista di Filosofia scientifica. Vol. II. 1883. — Im Auszuge in Arch. ital. de Biologie. Tome V. 1884. S. 289.

2) Ein mir unbekanntes Parfum.

3) Von Dianthus Caryophyllus.

Die Zifferwerte Buccola's und Moldenhauer's weichen demnach nur unbedeutend von einander ab. Beiden gemeinsam ist die Thatsache, dass die Reactionszeit für Riechreize viel länger dauert als die für andere Sinneswerkzeuge. Buccola erklärt dies dadurch, dass es einige Zeit währt, ehe der Riechstoff das Nervenendorgan erreicht hat. Buccola bemerkte bei seinen Versuchen mit Äthyläther, dass zwischen der Intensität des Reizes und der Reactionszeit ein bestimmtes Verhältnis bestehe. Zur genauen Graduierung der ersteren ist er jedoch nicht gekommen.

3) Ein dritter Beobachter, der sich mit der Reactionszeit des Geruches beschäftigte, ist H. Beaunis. Seine Methode scheint in der Hauptsache mit jenen der füheren Forscher übereingestimmt zu haben. Seine Ergebnisse sind folgende[1]):

| | im Mittel | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ammoniak | 0,378 | (0,33 | Minimum | — | 0,43 | Maximum | ) |
| Essigsäure | 0,462 | (0,43 | - | — | 0,50 | - | ) |
| Kampfer | 0,502 | (0,41 | - | — | 0,50 | - | ) |
| Asa foetida | 0,525 | (0,47 | - | — | 0,58 | - | ) |
| Schwefelammonium | 0,544 | (0,38 | - | — | 0,58 | - | ) |
| Chloroform | 0,563 | (0,40 | - | — | 0,67 | - | ) |
| Schwefelkohlenstoff | 0,590 | (0,45 | - | — | 0,75 | - | ) |
| Baldrian | 0,600 | (0,38 | - | — | 0,82 | - | ) |
| Minze | 0,630 | (0,45 | - | — | 0,90 | - | ) |
| Carbolsäure | 0,670 | (0,62 | - | — | 0,76 | - | ) |

Die genauere Bestimmung des Augenblickes der Wahrnehmung gelang nicht für Moschus. Beaunis glaubt hierfür eine Erklärung in der Thatsache zu finden, dass von diesem Stoffe bereits eine außerordentlich geringe Menge einen Riecheindruck hervorruft[2]). Er begegnet dem Einwand, dass Ammoniak eine so geringe Reactionszeit aufweist, weil es eine Tastwahrnehmung erzeuge, durch den Nachweis, dass die anderen Stoffe sämtlich reine Riechstoffe ohne Tastcomplication sind[3]).

Die Beobachtungen Buccola's, Moldenhauer's und Beaunis' stimmen sehr gut unter einander überein, was auch nicht befremden kann, da sie nach derselben Methode stattfanden, d. h. es wurde duftende Luft in die Nasenhöhle eingeblasen und es wurde mit Maximalreizen experimentiert. Veränderungen der Reizintensität waren hier durch die

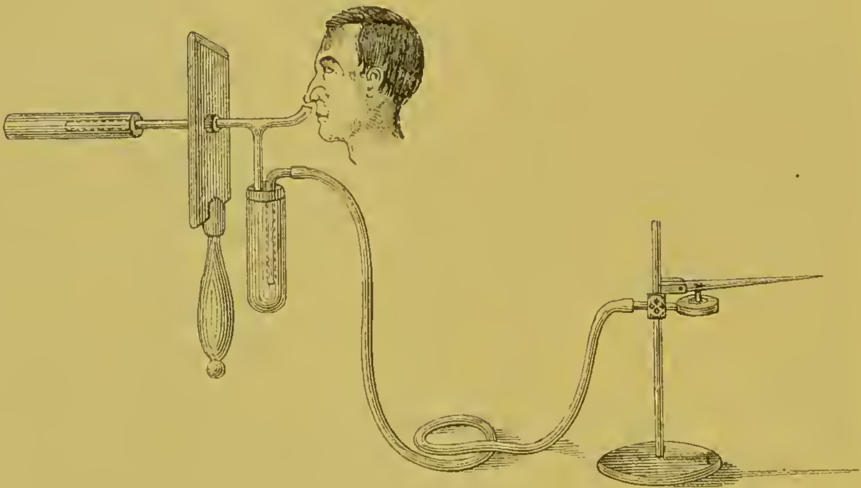
1) H. Beaunis, Comptes rendus. Tome 96. 1883. S. 387.

2) H. Beaunis, Recherches expérimentales sur les conditions de l'activité cérébrale. I. S. 49. Referiert in Hofmann und Schwalbe's Jahresbericht. 1884. (2) S. 227.

3) Vielleicht mit Rücksicht auf den Einfluss der Reizstärke auf die Reactionszeit gedacht und unter der Voraussetzung, dass man in der Verdünnung nicht bis zur Reizschwelle fortschreiten kann.

Versuchseinrichtung ausgeschlossen. Es schien mir vor allem nötig, solche vornehmen zu können, und darum suchte ich meinen Olfactometer für diese Versuche anzupassen. Überdies mussten die zwei Störungen, worauf Moldenhauer aufmerksam gemacht hatte, vermieden werden, nämlich das hinderliche Geräusch des zum Einblasen des Luftstromes dienenden Doppelballons und die durch das Einblasen selbst ausgelösten Tastempfindungen. Endlich schien es mir einen Vorzug zu haben, die Zuführung des Reizes auf natürlichem Wege zu veranlassen. Dies konnte, wenn wir vom gustatorischen Riechen absehen, nur dadurch erreicht werden, wenn wir die riechende Luft einfach durch das Einatmen aspiriert werden ließen. Es kann allerdings nicht geleugnet werden, dass solch ein

Fig. 17.



Bestimmung der Reactionszeit für gemessene Geruchsreize.
Der Apparat vergrößert gezeichnet.

Luftstrom bei ruhigem Atmen viel langsamer als mittels eines Doppelballons eindringt und längere Zeit erforderlich ist, um von der Riechquelle zur Sinnesschleimhaut zu gelangen, aber es liegt kein Hindernis vor, schnüffelnd oder stoßweise zu riechen, und dann geschieht die Beförderung der Riechmoleküle von außerhalb der Nase bis ins Innerste der Riechspalte gerade ungewöhnlich schnell.

Der beabsichtigte Zweck wird dadurch vollständig erreicht, wenn man am Riechrohre des Olfactometers knapp an der Stelle, wo es sich nach aufwärts biegt, ein T-förmiges Stück anbringt. Dann bildet das alte Riechrohr die Arme des T und der neu zugeführte Teil dessen senkrechten Stamm. Letzteren verbinden wir durch einen Lufttransporteur einer Marey'schen Trommel, welche beim geringsten Druckunterschiede im Olfactometer ihren Hebel längs des rotierenden Cylinders

eines Kymographions auf und nieder bewegt. Auf diese Weise gelingt die Aufzeichnung des ganzen Verlaufes der Aspiration. Das vorsichtige Einatmen zum Erkennen sowie zum Genießen eines Duftes (flairer), das plötzliche Auspumpen der Luft beim Schnüffeln zeigen sich beide in der Curve, welche der Lufttransport beschreibt. Wenn man zugleich eine chronoskopische Einrichtung anbringt, z. B. eine Stimmgabel, welche Hundertstel von Secunden registriert, kann man genauer als auf irgend eine andere Weise den Anfang und das Ende der Aspiration, möge sie allmählich oder plötzlich stattfinden, notieren. Überdies machen die gewöhnlichen olfactometrischen Cylinder es möglich, die Quantität und Qualität des Reizes nach Willkür zu verändern.

Nur muss dabei eine Vorkehrung getroffen werden. Die Verbindung zwischen dem T-förmigen Stück und der Marey'schen Trommel geschieht am einfachsten mittels einer engen, dickwandigen Kautschukröhre. Wenn man aber dann aspiriert, so mengt sich zu dem betreffenden Riechreiz eine gewisse Menge von Kautschukgeruch, der eine Compensation zur Folge hat und daher das quantitative Verhältnis stört. Um dies zu vermeiden, wird ein Luftreservoir zwischen dem T-förmigen Stück und dem Kautschukschlauch eingeschaltet werden müssen. Ein kleines Fläschchen mit doppelt durchbohrtem Korke wird diesen Zweck vorzüglich erfüllen. Man lässt dann das T-förmige Stück oben, das Luftverbindungsrohr am Boden einmünden. Die Luftmenge, welche während des Riechens aus dem Seitenstück in das Riechrohr übergeht, ist sehr gering und wird dem geruchlosen Fläschchen entnommen, während die hervorgebrachte Druckerniedrigung sich wellenförmig nach der Marey'schen Trommel fortpflanzt. Sollte man gegen diese Complication Einwendungen erheben und der Ansicht sein, dass durch das Einschalten des Fläschchens die Gestalt der Curve zu sehr verändert werde, so könnte man statt der Kautschukverbindung ein enges Bleirohr zum Lufttransport verwenden. Dadurch geht jedoch die bequeme, fast portative Einrichtung verloren und es wird notwendig, den Riechmesser in ein Stativ zu fassen, anstatt denselben mit der Hand zu halten.

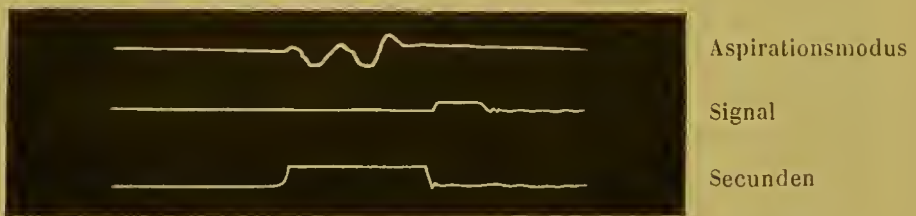
Bis jetzt habe ich nur einige wenige Bestimmungen anstellen können, welche dazu noch ganz den Charakter von Orientierungsversuchen haben, da mein für andere Zwecke eingerichtetes Kymographion nicht so schnellen Gang besitzt, als es für genaue psychophysische Versuche erforderlich ist. Ich bediente mich mittelmäßig starker Reize, z. B. von 6—12 Olfactien[1]. Sie erzeugten kaum eine merkliche Ermüdung, so dass eine Reihe von Bestimmungen sehr rasch nach einander vorgenommen werden

1) Wie bekannt, wird hiermit ein Reiz bezeichnet, der 6—12 mal stärker ist als »der eben merkliche Reiz« eines normalen, eines typischen Geruchsorganes.

konnte. Man braucht sogar nicht einmal zwischen den einzelnen Versuchen das Riechrohr zu reinigen, weil nicht der geringste Einwand dagegen bestehen kann, die Reizintensität allmählich ein wenig zu steigern. Nur darf man da nicht vergessen, dass bei solchem Verfahren der ursprüngliche Reiz durch den an der Innenfläche des Riechrohrs haftenden Riechstoff vermehrt wird.

Es kam darauf an, den Zeitpunkt des Eintretens der Wahrnehmung zu bestimmen. Dies that ich, wie meine Vorgänger, durch ein mit der Hand gegebenes elektrisches Signal[1]. Ich erhielt auf diese Weise die folgenden Curven für gelbes Wachs.

Fig. 18.




Beobachter B.
Reactionszeit bei der ersten Aspiration.

Fig. 19.



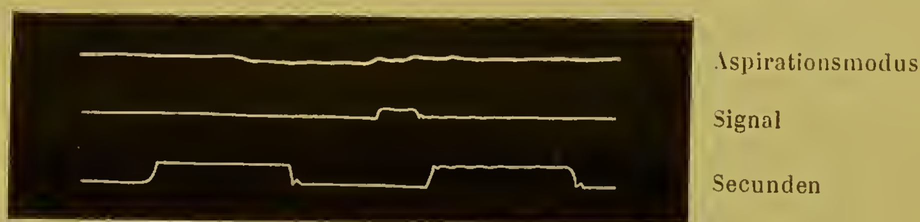

Beobachter B.
Reactionszeit bei der vierten Aspiration.

Bei Bemessung der Zwischenräume der Zeitpunkte bemerkt man, dass das Signal ungefähr 0,6—1,0 Secunden nach Beginn einer Aspiration gegeben wurde. Dies entspricht vollkommen den Resultaten, welche Beaunis für reine Olfactienreize erhielt. Nun ergiebt sich die Frage, zuerst ob das Sinken der Curve mit dem Beginne der Aspiration zusammenfalle, und dann die weit wichtigere, ob der wirkliche Reiz nicht vielmehr auf dem Höhepunkte, statt im Beginne der Aspiration einwirke. In Betreff ersterer Frage verweise ich auf die Handbücher über die graphischen Methoden (Marey, Langendorff), und kann hier nur über die zweite in einige Erörterungen eingehen.

1) Im Notfalle könnte auch eine plötzliche Exspiration denselben Dienst leisten.

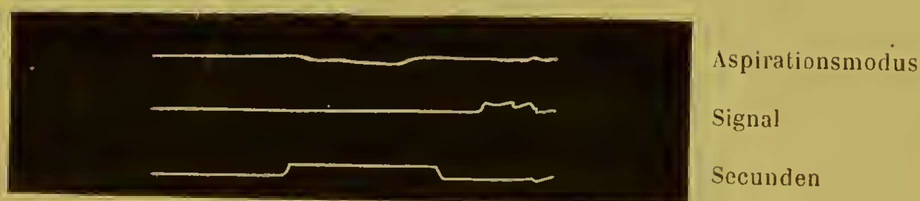
Die in den beiden oben abgebildeten Curven verzeichnete Atembewegung gehört zu den sogenannten Schnüffelbewegungen. Sie finden eigentlich plötzlich statt, allein durch die Einschaltung des Fläschchens nimmt hier der Druckunterschied einen mehr abfallenden Charakter an. Ihre zeitlichen und quantitativen Eigenschaften werden jedoch ziemlich genau zurückgegeben sein, im gegebenen Falle kurze, stoßweise Aspiration von geringer Intensität. Nun ist es offenbar, dass im Anfang einer solchen Schnüffelbewegung der Riechreiz die Sinnesschleimhaut keineswegs erreicht haben kann, es wäre daher unrichtig, die Reactionszeit von dem Beginn der Aspiration abzurechnen. In dem Augenblicke, wo wir

Fig. 20.




Beobachter A.
Reactionszeit bei der ersten Aspiration.

Fig. 21.




Beobachter B.
Reactionszeit bei der zweiten Aspiration.

die Aspiration unterbrechen, die Membran der Marey'schen Trommel sich wieder hebt, wird der Riechstoff bereits einige Zeit in der Riechspalte angelangt sein. Dieser Zeitpunkt ist also wieder zu spät. Vielleicht wäre es am genauesten, wenn wir bei solchen Schnüffelcurven die Reactionszeit halbwegs der Entfernung zwischen dem Beginne und dem Höhepunkt der Druckerniedrigung im Verbindungsrohre anfangen ließen, in welchem Falle die Reactionszeit 0,5 Secunden zu betragen scheint.

Wir geben (Fig. 20 u. 21) ein paar Curven, welche sich auf die schwachen, langsamen Luftbewegungen beziehen, wie wir sie beim Riechen an einer Blume ausführen. Sie währen viel länger als die kurzen, unterbrochenen Schnüffelbewegungen. Misst man die Reactionszeit vom Anfange der Aspiration an, so beträgt ihre Dauer nicht weniger als eine volle Secunde.

Jedoch beim Beginn der Einatmung ist der Riechreiz noch nicht in die Riechspalte gelangt. Wann dieses geschieht, können wir sogar nicht annähernd schätzen. Rechnen wir aber etwas willkürlich abermals nach dem oben angedeuteten Maßstabe, nehmen wir an, dass der Geruch in der Halbzeit zwischen dem Anfang und der Unterbrechung der Aspiration die Riechspalte erreichte, so erhalten wir eine Reactionszeit von 0,6 Secunden.

Es besteht also ein Unterschied der Reactionszeit zwischen diesen beiden Arten des Riechens, dem Schnüffeln und dem langsamen Aufziehen (dem »flairer« der Franzosen). Im ersteren Falle dauert das Riechen nicht so lange als im zweiten. Der Unterschied betrug, wenn wir in derselben Weise wie Buccola, Moldenhauer und Beaunis rechnen, in unserem Falle 0,4 Secunden, wenn wir aber unseren mehr oder weniger willkürlichen Maßstab anlegen, 0,1 Secunden. Woher dieser Unterschied? Er kann wohl kaum anders verursacht sein als durch die zeitraubende Diffusion des Riechgases, welche beim Schnüffeln unnötig ist, weil der Geruch durch die stoßweise Bewegung unmittelbar in die Riechspalte befördert wird, während die Diffusion beim »flairer« notwendig ist, da der Luftstrom wegen seiner langsamen Bewegung durch die Nasenhöhle nicht höher emporsteigt, als bis an den unteren Rand der mittleren oder oberen Muschel, und daher die Sinnesschleimhaut nicht erreicht. Für diese Beförderung des Riechreizes nach den Riechzellen dürften dann 0,4 Secunden, resp. 0,1 Secunden erforderlich sein. Wählen wir vorläufig letztere Zahl.

Wir haben im II. Abschnitt empirisch nachgewiesen, dass der Geruch des gelben Wachses in einer Secunde ungefähr über eine Entfernung von 2 cm diffundirt. Es werden in 0,1 Secunden also 0,2 cm zurückgelegt werden, und wir wären daher zu der Annahme berechtigt, dass der Luftstrom beim Schnüffeln um 2 mm höher aufsteigt, als beim »flairer«. Nach unserer Kenntnis der topographischen Verhältnisse in der Nasenhöhle scheint dies keineswegs unwahrscheinlich, und es ist sehr wohl möglich, dass die Riechzellen, die zur Wahrnehmung eines Geruches wie jenes des gelben Wachses bestimmend sind, einige Millimeter von dem unteren Rande der oberen Muschel entfernt liegen. Wenigstens lehrten die in der Einleitung erwähnten histologischen Untersuchungen von von Brunn, dass die specifischen Elemente den unteren Rand der oberen Muschel nirgends erreichten, ja sogar in dem einen Falle 7,5 mm davon entfernt blieben. Nehmen wir also an, dass die Atmungsluft durch den unteren Teil der Nasenspalte hineingeweht werde, gleich einer Staubwolke durch eine enge Straße, dann könnte hier und da einmal etwas bis in die Fenster des ersten Stockwerkes aufwirbeln, die höher gelegenen Fenster jedoch, und dort sind gleichsam die Riechzellen eingereiht,

blieben gewiss ganz frei. Die Diffusion muss die riechenden Moleküle hierhin befördern, was die Verzögerung der Reactionszeit vollständig erklärt.

## C. Ermüdung.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass unser Geruchsorgan verhältnismäßig bald für einen bestimmten Riecheindruck durch Ermüdung unempfindlich, d. h. für diesen besonderen Reiz zeitweilig abgestumpft wird. Wir gewahren nach kurzer Zeit sogar einen ziemlich starken Geruch oder Gestank gar nicht mehr, selbst dann nicht, wenn wir schnüffeln oder tief einatmen. Bislang fehlen jedoch darüber wissenschaftliche Untersuchungen, außer einigen verdienstvollen Versuchen E. Aronsohn's.

Dieser Forscher bestimmte, was er die »Geruchsdauer« der Gerüche nennt. Er versteht unter dieser Bezeichnung die Zeit, während welcher ein kräftiger, fast maximaler Riechreiz wahrgenommen werden kann. Diese »Geruchsdauer« betrug in den Versuchen an neun Personen für Citronenöl und Pomeranzenöl im Durchschnitt 3 Minuten (Minimum $2^1/_2$ Minuten, Maximum 11 Minuten), wenn mit beiden Nasenlöchern gleichzeitig gerochen wurde. Einzelne Bestimmungen für eine Anzahl anderer Stoffe gaben folgende Ergebnisse:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Geruchsdauer | für | Jodtinctur . . . . . | 4 | Minuten |
| - | - | Copaivabalsam . . . | 3—4 | - |
| - | - | Kampfer . . . . | 5—7 | - |
| - | - | Terpentinöl . . . . | 5 | - |
| - | - | Schwefelammonium . | 4—5 | - |
| - | - | Cumarin in 0,2 % Lösung in Wasser . . | $1^3/_4$—$2^1/_3$ | - |

Die Geruchsdauer konnte für einzelne Riechstoffe nicht ermittelt werden, da nach Aufhören der Geruchswahrnehmung noch ein Trigeminusreiz fortbestand, wie es z. B. bei Wachholderbeeröl und beim Cölnischen Wasser der Fall war. Wir können jedoch aus den übrigen Versuchen mit Aronsohn entnehmen, dass unser Sinnesorgan durch die andauernde Einwirkung eines adäquaten Reizes bereits nach Verlauf weniger Minuten vollständig abgestumpft wird.

Aronsohn stellte sich darauf die Frage, wie viele Minuten Ruhe das Sinnesorgan unter solchen Umständen benötige, um wieder einer Wahrnehmung fähig zu werden. Er machte daher einige Versuche mit einer wässerigen Lösung von 0,2 % Cumarin[1]). Eine Versuchsperson,

1) Ein in Passy's Sinne rasch ermüdendes Parfum.

deren normale Geruchsdauer für diesen Riechstoff in der angegebenen Verdünnung 140 Secunden betrug, wurde mehrere Male nach einander, immer nach einer »Erholungspause« von 3 Minuten, abgestumpft. Die Geruchsdauer schien hintereinander 140, 120, 100, 65, 45, 25, 35, 20, 20, 15, 17, 10, 10, 10, 8 und 8 Secunden zu betragen, wohl ein Beweis, dass die Erholungspausen nur einigermaßen, aber nicht vollkommen genügend waren, um die Function wieder herzustellen. Das Gleiche war auch bei zwei anderen Versuchspersonen der Fall. Die Riechperioden wurden auch hier mit jeder neuen Ermüdung kürzer.

Diesen Experimenten haben wir es zu danken, dass wir wenigstens einigermaßen orientiert sind über Ermüdung und Erholung des Geruchsorgans. Zur genaueren Analyse des Phänomens ist es jedoch notwendig, auch mit der Intensität des Reizes, welche die Ermüdung hervorruft, Rechnung zu halten.

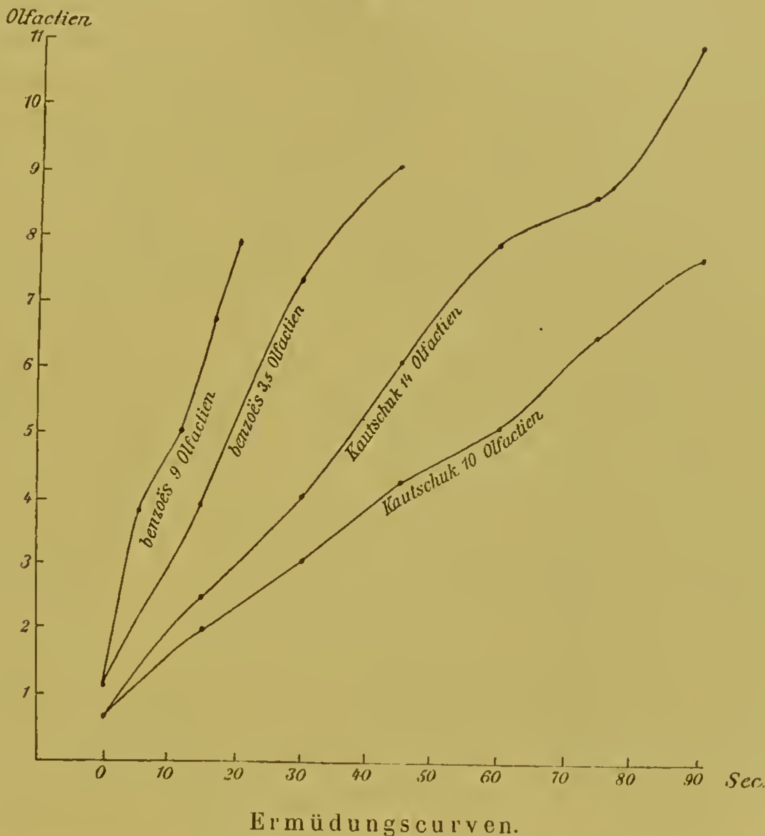
Im allgemeinen kann man den Grad, welchen die Ermüdung erreicht hat, auf zweierlei Weise beurteilen: 1. dadurch, dass man die Zeit misst, während welcher die Versuchsperson einen möglichst intensiven, unausgesetzt angewendeten Reiz wahrzunehmen im Stande ist[1]). Diese Methode wählte Aronsohn, und seine Geruchsdauer entspricht dem genannten Zeitverlauf. 2. durch Vergleichung der Reizschwelle des ermüdeten Organs mit jener des normalen. Wie es uns scheint, verspricht letztere Methode die schärfsten Resultate.

Bedienen wir uns wieder des Kautschukriechmessers, dann sind wir im Stande, die Intensität des Reizes, welche wir zur Ermüdung des Geruchsorgans verwenden wollen, von 0—14 Olfactien variieren zu lassen. Der Bequemlichkeit halber stellen wir unsere ersten Versuche mit dem vollständig ausgeschobenen Cylinder, d. h. mit 14 Olfactien, an. Ohne große Fehler zu machen, können wir dann den Cylinder vom Olfactometer entfernen und ihn beim Experimentieren ohne weiteres unter eins der Nasenlöcher halten. Während wir mit dem Auge dem Gange eines Chronometers folgen, machen wir jede 2 Secunden eine tiefe Einatmung in der Weise, dass die Luft erst durch den Kautschukcylinder streicht und dann in die vordere Hälfte des Nasenloches eintritt. Nach 15, nach 30, nach 45, nach 60 u. s. w. Secunden halten wir schnell ein und bestimmen sofort die Reizschwelle, indem wir den Kautschukcylinder eiligst auf den Olfactometer schieben und, mit schwachen Reizen anfangend, bis zum minimum perceptibile aufsteigen. Ähnliche Versuche lassen sich mit schwächeren Reizen anstellen, wenn man während des Ermüdens

1) Die Methode wurde von Mosso angewendet bei seiner schönen Untersuchung über die Ermüdung, wie sie sich für Muskelcontractionen zeigt.

das Innenröhrchen mehr oder weniger in den Cylinder hineinschiebt. Die Resultate werden am leichtesten beurteilt, wenn man dieselben in ein Coordinatensystem einträgt.

Fig. 22.




Ermüdungscurven.

Die Curven zeigen, wie die Ermüdungsreizschwellen wachsen mit der Zeit, während welcher das Geruchsorgan einem bestimmten Reiz ausgesetzt ist.

Die Reizschwellen sind in Olfactien, die Zeit in Secunden angegeben, die Intensität des verwendeten Reizes ebenfalls in Olfactien, der Curve entlang, notiert.

Jede zweite Secunde fand eine tiefe Einatmung statt.

In obenstehender Abbildung finden wir vier solcher Versuche dargestellt: einen mit einem Kautschukreiz von 14 Olfactien; einen zweiten mit einem Kautschukreiz von 10 Olfactien, zu welchem Zweck nicht der vollständig, sondern der über 7 cm ausgeschobene Cylinder benutzt wurde; einen dritten, angestellt mit einem aus Benzoëharz angefertigten Olfactometer, dessen Cylinder wieder vom Riechrohre abgenommen, benutzt wurde; einen vierten, ebenfalls mit dem Benzoëriechmesser, wobei der Reiz aber statt 9 Olfactien — dies war der Wert des vollständig ausgeschobenen Cylinders — nur $3^1/_2$ Olfactien betrug. In der graphischen Vorstellung sind auf der Achse der Abscisse die Zahl der Secunden notiert, während das Geruchsorgan ununterbrochen dem Reiz ausgesetzt war,

Die Ordinaten geben die Reizschwellen an, die unter dem Einfluss der Ermüdung an den verschiedenen Zeitpunkten festgestellt wurden. Man sieht, wie die Ermüdungsreizschwellen mit der Expositionsdauer wachsen. Diese Zunahme des minimum perceptibile findet um so schneller statt, je stärker der Reiz, welcher die Ermüdung hervorrief. Auch zwischen den beiden Riechstoffen besteht ein Unterschied. Obgleich das Benzoëharz mit geringerer Reizstärke einwirkt als das Kautschuk, ruft es weit schneller einen bedeutenden Ermüdungszustand für den betreffenden Geruch hervor. Für andere Geruchsqualitäten möge das Sinnesorgan ungefähr die ursprüngliche Schärfe behalten haben, für den Benzoëgeruch sinkt die Geruchsschärfe innerhalb einer halben Minute bereits so weit, dass sogar der vollständig ausgeschobene olfactometrische Cylinder keinen Eindruck mehr hervorruft.

Curven wie die hier abgebildeten, schlagen wir vor Ermüdungscurven zu nennen, denn sie zeigen die Ermüdung als Function ihrer zwei wesentlichsten Factoren. Der Curvenlauf ist abhängig: 1. von der Dauer und 2. von der Intensität der verwendeten Reize. Ihre Lagerung im Coordinatensystem wird, außer von der ursprünglichen normalen Reizschwelle, ausschließlich von der Schnelligkeit und Vollständigkeit bestimmt, womit für den betreffenden Riechstoff die Ermüdung eintritt.

In unserer graphischen Vorstellung haben wir absichtlich Versuche mit Kautschuk und mit Benzoëharz zusammengestellt. Aus dem Capitel über Compensation wird dem Leser erinnerlich sein, dass diese beiden Gerüche sich aufzuheben im Stande sind. Das Verhältnis, in welchem dies geschieht, haben wir damals angegeben, nämlich nach Olfactienmaß in Quantitäten von 1 Benzoë — 3 Kautschuk. Unser Journalblatt erwähnte eines Versuchs, worin $3^1/_2$ Olfactien Benzoë mit 10 Olfactien Kautschuk zusammen eine ziemlich vollständige Compensation zeigten. Man findet gerade für diese beiden Reize oben Ermüdungscurven, aus welchen hervorgeht, dass innerhalb der ersten 3 Secunden die Ermüdung wohl merkbar, aber keineswegs hochgradig ist. Unter ihrem Einfluss ist die Reizschwelle für Kautschuk auf $1^1/_2$ und für Benzoë auf 2 mal die ursprüngliche Höhe gestiegen. Es ist wichtig dies zu bemerken, weil man hieraus folgern muss, dass in den Compensationsversuchen die Ermüdung nur eine unbedeutende Rolle spielt. 3 Secunden genügen ohne Frage, um in dem Experimente, womit man eine Reihe orientierender Versuche schließt, die Compensation genau einzustellen. Wenn man also in diesem Momente weder Kautschuk noch Benzoëgeruch spürt, kann man höchstens einen Fehler machen von $1^1/_2$ Olfactie Kautschuk oder von 2 Olfactien Benzoë. Hiermit fällt eine wichtige Einwendung fort, welche man vielleicht geneigt sein möchte gegen die Compensationsversuche geltend zu machen, nämlich diese, dass es nicht die Compensation,

sondern die Ermüdung ist, welche den Reiz verschwinden macht. Obgleich der Experimentator durch Controllversuche sich selbst leicht von der Unrichtigkeit dieser Kritik überzeugen kann, hält es schwer dieselbe in objectiver Weise darzuthun. Wie mir scheint, gelingt dies jedoch vollständig durch die Ermüdungscurven. Sogar dann, wenn man glaubt, dass nicht 3 Secunden schließlich zur Einstellung der Compensation genügen, sondern dazu ein weit größerer Zeitverlauf z. B. 15, 30 Secunden erforderlich seien, so bleibt dennoch Ermüdung ausgeschlossen. Zwar ist dieselbe für Benzoë so ansehnlich, dass sie alles übrige beherrscht, für Kautschuk bleibt sie sehr untergeordnet. Nach 30 Secunden beträgt die Ermüdungsreizschwelle 3 Olfactien, während der zur Compensation verwendete Reiz 10 Olfactien misst. Es ist also ein Überschuss anwesend von 7 Olfactien, ein Reiz so stark, dass der unaufmerksamste Beobachter ihn ohne Frage spüren muss. Wenn daher bei der Zusammenfügung von $3^1/_2$ Olfactien Benzoë und 10 Olfactien Kautschuk gar keine Geruchswahrnehmung gespürt wird, muss die Ursache lediglich in Compensation, und nicht in Ermüdung, gesucht werden. Jedoch so langsam experimentierend, dass man 30 Secunden braucht, findet man keine Compensation. Bereits die bloße Besichtigung der Ermüdungscurve lehrt, dass in einem solch breiten Zeitverlauf die subjectiven Reizstärken zu sehr wechseln. Man soll im Gegenteil immer bestrebt sein durch einige vorhergehende orientierende Versuche das Verhältnis annähernd festzustellen, um im Schlussexperiment die Compensation in ein paar Secunden zu treffen. Jedes tiefere Studium der Compensation wird daher mit der Feststellung von Ermüdungscurven einhergehen müssen.

---

## XIII. Classification der Gerüche.

Wenn man beabsichtigt, die zahlreichen in der Natur verbreiteten Gerüche zu classifizieren, so begegnet man großen Schwierigkeiten. Die Gerüche haben keine besonderen Namen. Sie werden im gewöhnlichen Leben einfach nach den Stoffen, aus welchen sie ihren Ursprung nehmen, bezeichnet. Es verhält sich dabei wie ehemals, lange vor Newton, mit der Benennung der Farben. Man kennt die historische Entwicklung der Farbennamen. Rot nannte man, was die Farbe des Blutes hatte; blau, was an jene des Himmels erinnerte; grün, was dieselben Töne zeigte wie Gras und Bäume. Die Benennungen entstanden also aus der

Vergleichung mit bekannten Vorbildern. Erst durch die Entdeckung des Spektrums erhielten die alten Bezeichnungen eine engere Bedeutung. Rot, Blau und Grün waren nicht länger Eigenschaften, welche aus den Vorstellungen allgemein bekannter Gegenstände abstrahirt waren, sondern sie wurden die Bezeichnung der Farbe je eines Strahlenbündels, das in einer bestimmten Zone des Spektrums isolicrt vorkommt. Helmholtz machte darauf aufmerksam, dass der Mensch in seiner Sprache den Mittelfarben des Spektrums vorzugsweise Namen gegeben hat. Unser Auge scheint gegen die Grenzen des Spektrums hin weniger empfindlich für Verschiedenheiten der Wellenlänge zu werden. Wir wissen dies jetzt, seit wir das Spektrum kennen. Allein bereits Jahrhunderte früher hatte man die Unterscheidung der Farben vorzugsweise auf die Nuancierungen beschränkt, welche man jetzt die Mittelfarben des Spektrums nennt. Für diese zeigte sich die Verschiedenheit am auffälligsten, und um sich über die beobachteten Typen mit Anderen zu verständigen, wurden diese mit dem Namen allgemein bekannter Gegenstände, welche die betreffenden Farben zeigten, belegt. Mit der Entwicklung der Sprache vermehrte sich auch die Zahl der Bezeichnungen, welche die Farben versinnlichten. Dies geschah bei halbcivilisierten Völkern zuerst für die langwelligen, die warmen Farbentöne des Spektrums, und viel später erst, mit zunehmender Cultur, auch für die kurzwelligen oder kalten Farben. Nicht das Unterscheidungsvermögen der Farben, sondern das System der Namen entwickelte sich.

In ganz gleicher Weise, wie in der Kindheit der Terminologie der Farben, verfahren wir nun auch bei der Benennung der verschiedenen Gerüche, und sprechen von einem Fleischgeruch, von Fischgeruch, von Blumenduft, von Zwiebel- und Moschusgeruch u. s. w. Diese Bezeichnungen sind ihrem Ursprunge nach nur für jene Gerüche ganz unzweifelhaft und klar anwendbar, welche von den genannten Stoffen selbst herrühren. Ein Geruch kann nur durch seine Herkunft genau definiert werden. Wenn wir daher mehr oder weniger verwandten Gerüchen dieselben Namen geben wollen, so fehlt dabei für andere Personen häufig die Evidenz. Beide Gerüche stimmen ja meistens nicht vollkommen mit einander überein, und es bleibt eine offene Frage, in wie ferne wir berechtigt seien, sie zu identificieren. Dies wird auch wohl so bleiben, bis es gelungen, auf physikalische Weise die einfachen Gerüche zu isolieren [1]). Erst dann wird es möglich werden, Umschreibungen

---

1) Wir besitzen nur ein Mittel zur Hervorbringung von annähernd einfachen Gerüchen. Es besteht darin, dass wir den Riechreiz allmählich abschwächen, bis der Augenblick kommt, worin nur noch eine Spur von Geruchsempfindung wahrzunehmen ist. Es lässt sich erwarten, dass in diesem Falle nur derjenige Geruchscomponent übrig bleibt, welcher alle übrigen zusammensetzenden Gerüche an Inten-

für die Gerüche mit derselben Präcision zu machen, wie wir es jetzt schon für die Farben thun. Wenn wir dann den Geruch eines Stoffes zu beschreiben haben, so werden wir nur die einfachen darin vorkommenden Gerüche aufzuzählen brauchen. Vorläufig besteht keine Aussicht für diese Möglichkeit. Dennoch bleibt das Bedürfnis einer Classification und Namensbezeichnung der Gerüche. Wir wollen nun vor Allem ermitteln, auf welche Weise die Litteratur diese Aufgabe zu lösen versuchte.

A. Die erste Classification, welche früher allgemein Eingang gefunden hat, ist die Linné's, welcher die Gerüche in sieben Klassen einteilte:

1) Odores aromatici, wie die der Nelkenblüten und Lorbeerblätter u. s. w.
2) Odores fragrantes, wie Lindenblüten, die Lilie, der Jasmin u. a.
3) Odores ambrosiaci, wie Ambra, Moschus.
4) Odores alliacei, wie Zwiebel, Asa foetida.
5) Odores hircini, wie der vom Bocke verbreitete Geruch.
6) Odores tetri, wie der Geruch vieler Pflanzen aus der Familie der Nachtschatten.
7) Odores nausei, wie die Blüten der Aaspflanze u. s. w.

Wenn es sich darum handelt, die Gerüche, die im gewöhnlichen Leben zu unserer Wahrnehmung gelangen, in eine der sieben Klassen Linné's einzuordnen, so wird dies häufig große Schwierigkeiten bereiten, obgleich es mit einigem guten Willen und mit Überlegung wohl meistens gelingen wird.

B. Eine zweite, häufig empfohlene Einteilung ist die von Fourcroy. Er unterscheidet:

1) Extractivgerüche. Sie sind schwach, kräuterartig und lassen sich leicht verhüllen, wie der Lattich und Wegerich.
2) Die schwachriechenden Öle. Sie sind unlöslich in Wasser, werden aber leicht von Fetten gebunden. Zu diesen gehören z. B. der Jasmin, die Tuberose (Polyanthus tuberosa), die Narcisse, die Reseda u. a.
3) Die Gerüche der flüchtigen Öle: »Odeurs huileuses fugaces«, löslich in kaltem, besonders in warmem Wasser, sehr löslich in Alkohol, wie Rosmarin, Lavendel, Thymian u. a.

sität übertrifft. Jedoch dergleichen Versuche sind technisch schwer ausführbar. Dieselben fordern eine absolut geruchlose Umgebung und vollkommen reine, von allem adhärierenden Geruch befreite Apparate. Wo diese Bedingungen erfüllt worden sind, bleibt es dann noch immer fraglich, ob das betreffende riechende Gas in einer solchen Verdünnung nicht dissociiert. Jodoform z. B. scheint mir unter diesen Umständen einen Jodgeruch und nicht den, ihm eigentümlichen, Safrangeruch hervortreten zu lassen, offenbar durch Abgabe von freiem Jod.

4) Aromatische Gerüche. Sie röten Lakmuspapier und enthalten häufig Benzoesäure. Hierher gehören z. B. die Vanille, der Tolubalsam, Zimmet und Benzoe.
5) Die Schwefelwasserstoffgerüche. Sie erzeugen Niederschläge in metallischen Lösungen, z. B. der Rettig, das Löffelkraut u. s. w.

Wir können, wie wir sehen, in Fourcroy's Einteilung den Anfang eines, wenngleich noch sehr primitiven, chemischen Systemes erkennen. Als solches ist es ohne Zweifel ein sehr erfreuliches Zeichen der Zeit; von physiologischem Gesichtspunkte jedoch ist es mangelhafter als jenes Linné's, denn es berücksichtigt nicht die Verwandtschaft der Geruchswahrnehmungen, sondern nur die chemische Verwandtschaft.

C. Eine dritte hier zu betrachtende Einleitung stammt von Niemand Geringerem als von Albrecht von Haller. Er nimmt für seine Haupteinteilung, befremdend genug, einen psychologischen Standpunkt ein, denn es ist das Gefühl von Lust oder Unlust [1]), welches sich mit der Wahrnehmung verbindet, das ihn zur Unterscheidung des Geruchs in drei Klassen veranlasste, nämlich in:

1) Odores suaveolentes,
2) Odores mediae,
3) Foetores.

Glücklicher Weise betreffen seine Unterabteilungen jeder dieser Klassen wieder mehr die Empfindungen als die begleitenden Affecte, und dadurch ist sein System für die Physiologie nicht ganz wertlos. Jedenfalls enthalten die »Elementa physiologiae« die Aufzählung ganzer Reihen von Stoffen, deren Gerüche mehr oder weniger verwandt sind.

D. Eine vierte Einteilung wurde von Lorry im Jahre 1785 der Société Royale de Médecine de Paris vorgelegt. Er unterscheidet:

1) Odeurs camphrées, wie die Labiaten, Laurineen und Myrten.
2) Odeurs narcotiques, wie Opium und die Solaneen.
3) Ätherische Gerüche, wie einige Früchte, besonders die Ananas.
4) Flüchtige Säurengerüche, wie Melisse und die Beifußarten.
5) Alkalische Gerüche, z. B. die Zwiebel.

In neuerer Zeit hat zuerst Fröhlich eine nach unseren Begriffen rationell begründete Anordnung der Gerüche versucht.

Da das Geruchsorgan von zwei wesentlich verschiedenen Nervenpaaren versorgt wird, dem Nervus olfactorius und den Nasenästen des Trige-

---

1) Es bedarf keines Beweises, dass allerlei persönliche Eigentümlichkeiten, vor allem Association mit Erinnerungen, eine mächtige Rolle dabei spielen. Vergl. hierüber Cloquet l. c. S. 71.

minus, von welchen zwar nur der Nervus olfactorius den reinen Geruchsempfindungen vorsteht, während die Zweige des Quintus nur die Gefühlsempfindungen vermitteln, so muss auch in dieser zweifachen Richtung die Prüfung dieses Organs vorgenommen werden. Zur Erreichung dieses Zweckes müssen die verschiedenen Gerüche wesentlich in zwei Klassen getrennt werden, und zwar:

1) in solche, welche reine Geruchseindrücke bewirken; hierher gehören die meisten ätherischen Öle, Harze, Balsame u. s. w. Man könnte dieselben auch »duftende Gerüche« nennen. Diese rufen keine Reflexbewegungen hervor;
2) in scharfe Riechstoffe, das sind solche, welche neben der Geruchsempfindung, vermöge ihrer chemischen Eigenschaften, noch eine größere oder geringere Irritation der Schleimhaut der Nase hervorrufen, wie z. B. verschiedene Gase: Chlor, Jod, Brom, Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure, Benzoesäure, Ammoniak, Senföl, Meerrettig u. s. w. Sämtliche lösen zugleich mit Riecheindrücken auch Reflexbewegungen aus.

Fröhlich hätte, um consequent zu sein, noch eine dritte Klasse aufstellen sollen, nämlich die jener Riechstoffe, welche gekostet auch einen Geschmack zu besitzen scheinen. Nach dem Sprachgebrauche nämlich pflegt man z. B. von erbrochenen Massen zu sagen, dass sie sauer röchen, so wie von der Luft in der Umgebung einer Zuckerfabrik, dass sie einen süßlichen Geruch habe. Und doch kann darüber kein Zweifel existieren, dass Sauer und Süß keine Geruchsempfindungen seien. Diese irrigen Bezeichnungen beruhen darauf, dass im Erinnerungsbilde ein Geruchs- und ein Geschmackseindruck gleichzeitig vorkommen, und bei späterer Wahrnehmung des ersteren jedesmal zugleich auch der zweite in der Erinnerung wieder auftaucht. Letzterer beherrscht dann den Gesamteindruck derartig, dass man diesen darnach benennt. Der üble Geruch des Erbrochenen — um das eben angeführte Beispiel beizubehalten — erweckt in uns die Erinnerung an allerlei Stoffe, die ebenso riechen. Unter diesen Stoffen finden sich in erster Reihe Essigsäure und geronnene Milch, welche zufällig sauer schmecken, und dies veranlasst uns, auch diesen gemischten Eindruck einen sauren Geruch zu nennen. Es besteht hier zwischen Geruch und Geschmack dieselbe Association, wie vereinzelte Personen sie zwischen Ton und Farbe darbieten, und welche dann zur sogenannten »Audition colorée« Veranlassung giebt.

Für diese Klasse von Stoffen, die nebst einem Geruch auch Geschmackswahrnehmungen erzeugen können, ergiebt sich ferner auch die Möglichkeit, dass sie im gasförmigen Zustande vielleicht im Pharynx gekostet

werden könnten, und in Folge dessen mit einer Geruchswahrnehmung eine schwache Empfindung von Süß, Sauer, Salzig oder Bitter sich verbinde. Gleiches kann auch bei einigen Riechstoffen in Bezug auf Gefühlseindrücke stattfinden, wenn sie in gasförmigem Zustande eine Tastwahrnehmung oder eine Empfindung von Kälte oder Wärme hervorrufen. Fröhlich machte diese Beobachtung bei der Kohlensäure, während für Menthol unzweifelhaft das Gleiche gilt.

Fröhlich versuchte eine nähere Einteilung nur für seine erste Klasse von Riechstoffen, d. h. für die reinen olfactiven Riechstoffe (die duftenden Gerüche). Nachdem er diese mit Amylum derartig gemengt hatte, dass alle ungefähr die gleiche Intensität zeigten, ordnete er sie nach ihrer Geruchsverwandtschaft in folgende Reihen.

Erste Reihe:

1) Oleum aether. Terebinthinae,
2) - - Juniperi,
3) - - Cajeputi,
4) - - Cumini,
5) - - Carvi.

Zweite Reihe:

1) Gummi Ladanum,
2) Styrax,
3) Resina Guajaci,
4) Balsamum Peruvianum,
5) Resina Benzoë,
6) Vanilla.

Dritte Reihe:

1) Oleum Rosmarini,
2) Oleum Lavandulae,
3) - Origani,
4) - Thymi.

Vierte Reihe:

1) Oleum Aurantiorum,
2) - Bergamottae.

Fünfte Reihe:

1) Herba Patchouli,
2) Valeriana celtica.

Sechste Reihe:

1) Knoblauch,
2) Asa foetida,
3) Schwefelkohlenstoff.

In keine der angeführten Reihen, ebenso wenig unter sich selbst zu ordnen waren:

1) Oleum Caryophyllorum,
2) - Cinnamomi,
3) Iris florentina,
4) Moschus.

Nach Fröhlich hat sich längere Zeit Niemand mit einem Classificationsversuche beschäftigt. Nur der Parfumeur Rimmel hat für die in der Parfumerie verwendeten Gerüche eine partielle vorgeschlagen, die gerade wegen der Einzelheiten derselben sehr berücksichtigt zu werden verdient. Wir entnehmen seine Tabelle der Henry'schen Broschüre und lassen dieselbe hier wörtlich folgen.

Schema von Eugène Rimmel.

| Séries. | Types. | Typen. |
|---|---|---|
| Rosée | Rose | Rose |
| Jasminée | Jasmin | Jasmin |
| Orangée | Fleur d'oranger ou Néroli | Orangenblüten oder Neroli |
| Tubérosée | Tubéreuse | Nachthyacinthe od. Tuberose (Polyanthes tuberosa) |
| Violacée | Violette | Veilchen |
| Balsamique | Vanille | Vanille |
| Epicée | Cinnamome | Zimmt |
| Caryphyllée | Girofle | Gewürznelke |
| Camphrée | Camphre | Kampfer |
| Santalée | Santal | Sandelholz |
| Citrine | Citron | Citrone |
| Herbacée | Lavande | Lavendel |
| Menthacée | Menthe poivrée | Pfefferminze |
| Anisée | Anis | Anis |
| Amandée | Amande amère | Bittere Mandel |
| Musquée | Musc | Moschus |
| Ambrée | Ambre gris | Grauer Amber |
| Fruitée | Poire | Birne |

Endlich ist vor wenigen Wochen eine Classification erschienen, welche, obgleich weder nach physikalischen noch nach physiologischen Principien durchgeführt, doch auch für uns ein gewisses Interesse bietet. C. M. Gießler hat in einem »Wegweiser zu einer Psychologie des Geruches« [1]) die Gerüche eingeteilt nicht nach ihrer Eigenart, sondern nach den anderweitigen Erscheinungen, von welchen ihre Empfindungen gewöhnlich begleitet sind, und nach den psychologischen Processen, zu welchen sie Veranlassung geben. Es kommt dazu in erster Linie eine große Menge Gerüche von den übrigen abzuscheiden, weil sie Niesen, Thränen, Husten, Würgen, Ausscheiden von Urin und Excrementen nach sich ziehen. Als Beispiele giebt er: Ammoniak und Schnupftabak, welche Niesen; Meerettig und zerschnittene Zwiebeln, welche Thränen; Schwefeldampf, welcher Husten, und Schwefelwasserstoffgas, welches Würgbewegungen erweckt(?). Dasselbe geschieht unmittelbar, und als psychische Begleiterscheinung kann man höchstens eine momentane Störung des Gemeingefühls nach-

1) C. M. Gießler, Wegweiser zu einer Psychologie des Geruches. Hamburg u. Leipzig, L. Voss, 1894.

weisen in Verbindung mit ungeordneten Vorgängen in der vorstellenden Thätigkeit. Nachdem er diese Gerüche mit in den Vordergrund tretender physischer (?) Reaction ausgeschieden hat, wendet er sich mit besonderer Vorliebe denjenigen zu, bei denen die psychischen Begleiterscheinungen überwiegen. Diese machen den eigentlichen Stoff aus, auf welchen sich seine Classification bezieht.

Gießler unterscheidet nun unter seinen Gerüchen mit psychischen Begleiterscheinungen solche, wo der begleitende Affect oder die hervorgerufenen Vorstellungen eine Rückwirkung auf irgend einen Organcomplex zeigen und solche, wobei das vegetative System gänzlich unbeeinflusst bleibt.

Erstere werden wieder je nach dem Organsystem, das dem Einflusse des Affects und der Vorstellung unterworfen ist, in drei Gruppen *a*, *b*, *c* zerlegt. Die Gruppe *a* beeinflusst Atmung und Gefäßsystem, Gruppe *b* das Verdauungssystem, Gruppe *c* das Fortpflanzungssystem.

Bei den Gerüchen der Gruppe *a* unterscheidet Gießler noch zwei Unterabteilungen, je nachdem sie das Lebensgefühl erhöhen oder herabsetzen, offenbar je nachdem sie ein Lust- oder Unlustgefühl hervorrufen. Erstere werden idealisierende, letztere disidealisierende Gerüche genannt.

Der Einfluss, welchen die sogenannten idealisierenden Gerüche auszuüben im Stande sind, wird von Gießler eingehend geschildert. Dabei kommt er an mehereren Stellen zu ähnlichen Beobachtungen als in den Abhandlungen Henry's [1]) verzeichnet worden sind. Wir können uns nicht erlauben hierauf einzugehen, weil es sich nicht mehr um physiologische Thatsachen handelt, sondern um die Beschreibung psychologischer Processe, welche der Autor an sich selbst wahrgenommen hat. Gleiches geschieht für die disidealisierenden Gerüche.

Die Gerüche der Gruppe *b*, die gastralen, regen die Geschmacksnerven an und veranlassen den Magen zu intensiver Thätigkeit, wegen dieses Umstandes sind sie dem Menschen von außerordentlicher Wichtigkeit. Manchmal complicieren sie sich mit dem Lustaffect des idealisierenden Geruchs, wodurch dann der Genuss der Speisen besonders erhöht wird. Solche Combinationsgerüche, wie Gießler sie nennt, schienen den Alten so angenehm, dass man sie bei den Opfern reichlich verwendete. Dadurch veranlasst enthält die Broschüre dann einige Erörterungen über die Opfer der Alten.

Die Gerüche der Gruppe *c*, die erotischen Gerüche, erregen auch

1) Ch. Henry, Sur une loi générale des réactions psycho-motrices. Association française pour l'avancement des sciences. Congrès 1889. p. 19 des Separatabdrucks. Ch. Henry, Influence de l'odeur sur les mouvements respiratoires et sur l'effort musculaire. Soc. de biologie 6 Juin 1891.

beim cultivierten Menschen das erotische Beziehungscentrum, worüber der Autor jedoch nur ein paar Beispiele und nur ganz kurze Betrachtungen anführt.

Schließlich erwähnt Gießler eine Abteilung Gerüche, die, von keiner Rückwirkung auf irgend ein vegetatives Organsystem begleitet, nur das Denkvermögen in Bewegung bringen. Dieselben rufen das Erinnerungsbild entweder eines Individuums oder einer Gattung hervor. Er benennt diese identificierende und socialisierende Gerüche.

Wenn wir die Classification Gießler's in unserer physiologischen Nomenclatur zurückzugeben versuchen, so würden wir, wenn ich nicht irre, sagen können, dass der genannte Autor unterscheidet:

Gerüche mit Reflex;
Gerüche mit Affect;
Gerüche, welche ohne nennenswerten Affect allein nur zu der Vorstellung eines concreten Individuums, Gattung oder Objectes führen.

Man wird bemerken, dass, wie wichtig auch seine Beschreibungen zur Erlangung einer Orientierung in der Psychologie der Gerüche sind, seine Einteilung uns Physiologen nicht weiter bringt. Und das ist auch natürlich, denn eine physiologische Classification soll nach der Qualität und nicht nach dem Affect stattfinden.

Bemühen wir uns, aus den verschiedenen Versuchen, welche unsere Vorgänger angestellt haben, dasjenige zu sammeln, was mit unserer gegenwärtigen Auffassung übereinstimmt, und die so gewonnenen Resultate in ein Ganzes zu vereinigen. Dazu sollen einzelne Punkte ergänzt werden. Auf diese Weise kommt eine Classification zu Stande, welche mehr oder weniger einem natürlichen System sich nähert, d. h. einem System, welches nicht von einem bestimmten Gesichtspunkte aus geordnet ist, sondern vielmehr bezweckt, die Gerüche, die den Eindruck einer wechselseitigen Verwandtschaft machen, in Gruppen zu vereinigen und diese Gruppen dann nach der Eigenschaft zu benennen, welche in der Mehrzahl dieser unter einander verwandten Gerüche vorherrscht. Unsere Classification wird der Hauptsache nach dem alten System Linné's sehr ähnlich sein, welches offenbar nach den angegebenen Principien gebildet worden ist. Nur sollen, den Forderungen der neueren Chemie entsprechend, den sieben Klassen Linné's, welche beinahe ausschließlich die damaligen Arzneimittel umfassten, zwei neue Klassen zugefügt werden.

Die bislang in der Natur beobachteten Gerüche sollen, wie oben erwähnt, eigentlich in drei parallele Reihen geordnet werden. Die Hauptreihe wird von den reinen olfactiven Riechstoffen gebildet, welche ausschließlich auf den Geruchssinn einen Reiz ausüben. Daneben reihen sich einerseits die scharfen Riechstoffe (Fröhlich) und andererseits die

schmeckbaren Riechstoffe (Zwaardemaker) in selbständigen, in sich selbst geschlossenen Systemen. Die Hauptreihe ist unzweifelhaft die vollständigste, und darum scheint es zweckmäßig, mit der Classification derselben zu beginnen. Die beiden anderen Reihen werden dann später für eine ähnliche Classification geeignet erscheinen.

Die neun Klassen, in welche wir also die rein olfactorischen Gerüche einteilen wollen, sind folgende:

I. Odores aetherei (ätherische Gerüche) Lorry.
II. Odores aromatici (aromatische Gerüche) Linné.
III. Odores fragrantes (balsamische Gerüche) Linné.
IV. Odores ambrosiaci (Amber-Moschus-Gerüche) Linné.
V. Odores alliacei (Allyl-Cacodyl-Gerüche) Linné.
VI. Odores empyreumatici (brenzliche Gerüche) Haller.
VII. Odores hircini (Caprylgerüche) Linné.
VIII. Odores tetri (widerliche Gerüche) Linné.
IX. Odores nausei (Erbrechen erregende oder ekelhafte Gerüche) Linné.

## I. Klasse der ätherischen Gerüche.

Die ätherischen Gerüche wurden anfangs dieses Jahrhunderts zum ersten Male von Lorry in eine besondere Gruppe vereinigt, in welche er auch die Obst- oder Fruchtgerüche aufnahm. Diese Gruppe wurde auch später von den Parfumeuren immer zusammengehalten. Offenbar machten auf sie die Gerüche der reifen Früchte den Eindruck der Ähnlichkeit. Rimmel nennt sie »Série fruitée« und er betrachtet den Geruch der Birne als typisch, sowie als verwandt damit die Gerüche des Apfels, der Ananas und der Quitte.

Allmählich ergab es sich, dass der Geruch dieser Früchte von zusammengesetzten Äthern herrührt. Man fand in der Birne essigsauren Amyläther und essigsauren Äthyläther. Es gelang z. B. eine »Essence de Poires« künstlich zusammenzusetzen, indem man dem essigsauren Iso-Amyläther ($CH_3 \cdot CO \cdot O \cdot C_5H_{11}$) ein Dreißigstel seines Volums essigsauren Äthyläther, Äther und ferner Alkohol zusetzt[1]).

Der Apfelgeruch scheint von dem iso-valeriansauren Iso-Amyläther ($C_4H_9 \cdot CO \cdot O \cdot C_5H_{11}$) abzuhängen. Durch Beimischung vom Fünf- oder Sechsfachen seines Volums Alkohol bildet dieser Ester eine künstliche Essenz[2]).

Der Ananasgeruch stammt von buttersauren Äthern, hauptsächlich

1) Piesse, S. 486.
2) Piesse, S. 488.

von buttersaurem Äthyläther ($C_3H_9CO \cdot O \cdot C_2H_5$), der Quittengeruch von pelargonsauren Äthern.

Der Weingeruch wird auf Önanthäther zurückgeführt, der sich schließlich als aus capryl- und caprinsauren Äthern zusammengesetzt herausgestellt hat[1]).

Man nennt in der Chemie alle diese Ester auch Fruchtäther. Es ergab sich dann, dass die Gerüche, welche den Parfumeuren ursprünglich eine natürliche Gruppe zu bilden schienen, später auch in der That in chemischer Hinsicht in eine besondere Abteilung gebracht werden konnten. Es ist jedoch auffallend, dass zu dieser chemischen Gruppe auch Stoffe gehören, welche man früher in eine andere Classe einzureihen geneigt war, z. B. das Heracleumöl und das ätherische Öl der Früchtchen des Pastinaks (Pastinaca sativa). Es decken sich also die Parfumeriengruppe und die chemische Gruppe nicht vollständig, eine Erscheinung, welcher wir öfters begegnen werden. Eine Gruppe von übereinstimmenden Gerüchen hat wohl eine analoge Zusammensetzung, aber nicht umgekehrt besitzen Stoffe von übereinstimmender Zusammensetzung den gleichen Geruch. Gleichwohl werden wir später einen Weg kennen lernen, um wenigstens einen Teil dieser Widersprüche zu schlichten, für einen anderen Teil bleiben sie bis heute unerklärt.

Vermutlich gehört das Bienenwachs auch zur Gruppe der ätherischen Gerüche. Es wurde nämlich in diesem höchst zusammengesetzten Stoffe nebst einem Alkohol mit 24—27 Kohlenstoffatomen eine Säure entdeckt, welche zur Ölsäurenreihe gehört und der Träger des Wachsgeruches ist, also wieder ein Ester. Natürlich muss man ebenfalls den Essigäther und den salicylsauren Methyläther (das Gaultheria- oder Wintergrünöl, $C_6H_4OH \cdot CO\ O\ CH_3$) dazu rechnen.

So viel in Betreff der in den Pafumerien gebräuchlichen oder der in der Natur vorkommenden Riechstoffe. Aber auch eine Anzahl chemischer Präparate der Fettsäurenreihe besitzen Gerüche, welche unzweifelhaft in diese Klasse eingereiht werden müssen. So die echten Äther der Alkylreihe, deren Typus der officinelle Schwefeläther (Aether sulfuricus) ist; so auch die Halogenderivate derselben homologen Reihe, unter welchen wir das Bromäthyl und das Chloroform finden. Der Safrangeruch des Jodoforms bringt uns wieder in Verlegenheit, allein es ist die Frage, ob hier nicht eine Dissociation im Spiele sei. Es ist jedenfalls eine Thatsache, dass äußerst verdünnter Jodoformdampf einfach nach Jod riecht, welches Element daher wahrscheinlich frei wird, wie es thatsächlich bei Einwirkung von Feuchtigkeit und im Organismus immer der Fall ist.

Ferner eine sehr große Anzahl äußerst auseinanderlaufender Derivate

1) Meyer und Jacobson, Organische Chemie, I. Bd. S. 333.

der ungesättigten Kohlenwasserstoffreihe. Die höheren Glieder dieser Reihen zeigen jedoch oft einen mehr aromatischen Geruch. Das Gleiche ist auch der Fall bei einigen homologen Reihen, welche von gesättigten Kohlenwasserstoffen abgeleitet werden. So hat Formaldehyd einen unbestimmten reizenden Geruch, Acetaldehyd einen ätherischen Geruch, Aceton einen Obstgeruch, während unter den höheren Ketonen ätherische Öle, wie z. B. Rautenöl (Oleum Rutae), d. i. Methyl-Nonylketon vorkommen. Es wäre aus dieser Ursache sehr wohl möglich, dass die ätherischen Gerüche mit einer der folgenden Klassen vereinigt werden dürften. Ihre Zusammengehörigkeit würde um so einleuchtender sein, wenn es sich ergeben sollte, dass in allen diesen Reihen die niedrigeren Stufen ätherisch, die höheren aromatisch riechen. Vorläufig jedoch ist es zweckmäßig, Lorry's alte Klasse noch beizubehalten.

## II. Klasse der aromatischen Gerüche.

Diese Klasse begreift die Aromatici Linné's; die dritten und vierten Arten Fourcroy's; die Camphrées und die Acides volatils Lorry's; die erste, dritte, vierte und fünfte Reihe Fröhlich's; die von Letzterem getrennt aufgezählten Zimmt- und Nelkenöle, und endlich die Séries épicée, caryophyllée, camphrée, santalée, citrine, herbacée, menthacée, anisée und amandée Rimmel's. Es sind offenbar dieselben Gerüche, für welche Beaunis die Reactionszeit so besonders scharf feststellen konnte, und welche Passy als »Odeurs« im engeren Sinne bezeichnete. Eine sehr umfangreiche Klasse also. Linné giebt folgende Beispiele: Folia Lauri (omnium specierum), Flores Dianthi, Semina amneos (Sison Ammum).

Lorry's Einteilung zieht unsere Aufmerksamkeit auf zwei kleinere Gruppen, welche vielleicht in dieser Klasse unterschieden werden können, nämlich die Kampfer und die citronenartigen Gerüche, welche Typen durch spätere chemische Untersuchungen wissenschaftliche Bedeutung erhielten.

Wir verstehen bekanntermaßen unter Kampfern die festen Bestandteile der ätherischen Öle, deren empirische Formeln $C_{10}H_{20}O$, $C_{10}H_{18}O$, $C_{10}H_{16}O$ sind. Es ist wohl kaum nötig, bezüglich dieses in Einzelheiten einzugehen, da der Kampfer und der Borneokampfer genügend bekannt sind. Mit diesem halten die Parfumeure einige ätherische Öle mehr oder weniger verwandt, wie z. B. Patschuliöl, Rosmarinöl, Cajeputöl. Auch wird man keinen Fehler machen, wenn man den gelb geworden Terpentin hier unterbringt. Dann wird die Gruppe zu jener der Odores resinosi Haller's. Es ist merkwürdig, dass unter den Fettkörpern ähnliche Verbindungen bekannt geworden sind, und sogar förmlich eine Gruppe von citronenartig riechenden Körpern zu bilden scheinen. Es

sind hauptsächlich ungesättigte Alkohole mit derselben empirischen Formel wie der Borneokampfer: $C_{10} H_{18} O$, so das Coriandrol aus Corianderöl von Coriander (Coriandrum sativum), das Linalool aus Linaloöl, das Geraniol aus dem indischen Geraniumöl (von Adropogon Schoenanthus). Für letzteren Stoff, welcher bereits seit Langem in der Parfümerienfabrication gebraucht wird [1]), ist wahrscheinlich die Structurformel: $(CH_3)_2 \cdot CH \cdot CH_2 \cdot CH : CH \cdot C \cdot (CH_3) : CH \cdot CH_2 \cdot OH$ [2]). Es ist also ein Alkohol. Ein Oxydationsproduct des Geraniols ist das Citral (Aldehyd): $C_{10} H_{16} O$, welches jetzt synthetisch bereitet und in den Parfümerien verwendet wird [3]). Dies ist der Stoff, womit J. Passy experimentierte und die normale Reizschwelle auf 0,5—0,1 Millionstelgramm pro Liter Luft feststellte. Das Citral kommt überdies auch in der Natur ziemlich häufig vor, und ist u. a. in den Apfelsinenschalen und im Citronenöl enthalten. Einige andere Gerüche reihen sich nahe an diese, wie z. B. Citronellon (Aldehyd) von der Formel $C_{10} H_{18} O$ aus dem Citronelloöl (Andropogon Nardus), Methylnonylketon (aus Oleum rutae), Ol. Kuskus oder Vetveröl (Andropogon muricatus), Bergamiol (Linalylacetat) aus Bergamottöl, Sandelholz und Ol. cedri virginicae. Chemisch nahe verwandt damit, vielleicht wohl identisch mit dem Geraniol ist der Alkohol aus Rosenöl [4]), so dass auch die Familie der Rosen an die citronenartigen Gerüche sich anschließt. Die Classificationen Fröhlich's und Rimmel's geben uns noch weitere Belehrung.

Wir haben hiermit bereits den Anfang einer Untereinteilung gemacht; Haller, Fröhlich und Rimmel führen uns noch zur Aufstellung von einigen anderen secundären Gruppen. Zuerst fordern hierbei die spezereienartigen Gerüche unsere Aufmerksamkeit. Ihr Typus ist das Zimmtöl $C_6 H_5 \cdot C_2 H_2 CO \cdot H$, Aldehyd der Zimmtsäure aus Laurus Cinnamomus und im Laurus Cassia. Es wurde genau erforscht und synthetisch zusammengesetzt. Rimmel nimmt in diese Gruppe, welche er »Série épicée« nennt, alle Zimmtarten, die Muskatnüsse und die Macis von Myristica fragrans und das Pimentöl (von Eugenia Pimenta u. a.) auf.

Letzteres bildet den Übergang zur »Série caryophyllée« Rimmel's. Sowohl die Eugenia Pimenta, wie Caryophyllus aromaticus gehören zur Familie der Myrtaceen, deren botanische Verwandtschaft noch durch die chemische enger wird, denn der Hauptbestandteil beider ist das Eugenol: $C_6 H_3 \cdot OH \cdot OCH_3 \cdot CH_2 = CH = CH_2$. Nach Rimmel reihen sich dann wieder an die Gewürznelken die Nelken (Dianthus) an, welche auffallender

1) Piesse, S. 111.
2) Meyer und Jacobson, Organische Chemie, I. Bd. S. 485.
3) Ich verdanke dieses Präparat Herrn de Laire, Vanillinfabrikant in Paris.
4) Meyer und Jacobson, Organische Chemie, I. Bd. S. 486.

Weise nicht in Parfümerien verwendet, sondern durch eine Mischung ersetzt werden, deren Geruch jenen genau entspricht[1]). Ferner der Ingwer (Zingiber officinalis), die Cardamomen von Amomum Cardamomum, Amomum aromaticum) und die Pfefferarten (Piper nigrum u. a.). Bei Haller heißt es: »Odor aromaticus dulcis est in Cinnamomo; igneus in Caryophyllo; acer in Pipere, ejusque generibus Amomo, Lauro, Aristolochia, Asaro[2]).

Neben den spezereienartigen Gerüchen können die Lavendelgerüche Platz finden, welche auch Fröhlich als eine besondere Reihe betrachtete. Rimmel nennt sie die kräuterartige Gruppe (Série herbacée), als deren Typus der Lavendel (Lavandula vera und spica) gilt. Diesen folgt der Thymian (Thymus serpyllum und vulgaris), aus deren ätherischen Ölen das Thymol $C_{10}H_{13}OH$ als Stearopton sich abscheidet. Dieses chemisch scharf definierte Thymol: $C_6H_3(C_3H_7)CH_3OH$; ist auch der Träger des Thymiangeruches. Nahe verwandt damit ist das Majoranöl (aus Origanum Majorana und vulgare), woraus das mit dem Thymol isomere Carvacrol gewonnen wird.

Die kräuterartigen Gerüche bilden den Übergang zu den Anisgerüchen. Diese Unterklasse umfasst in unserem System zwei Typen, die Minze und den Anis.

Das Pfefferminzöl (Oleum Menthae piperitae) scheidet in der Kälte ein unter dem Namen von Menthenkampfer $C_{10}H_{20}O$ bekanntes Stearopton aus. Auf gleiche Weise gewinnt man aus dem Oleum Menthae arvensis das bekannte Menthol, $C_{10}H_{19}OH$, vermutlich ein reducierter Benzolkern, woran Methyl und Propyl angehängt sind. Einer der flüssigen Bestandteile ist das Menthon, das auch durch Oxydation des Menthols gewonnen werden kann.

Verwandt mit Menthol ist das Salbeiöl (Oleum Salviae).

Der Haupt-Typus, der Anis, wird aus der Pimpinella Anisum erhalten, dessen Stearopton das chemisch genau untersuchte Anethol ist. Es scheint Para-Allyl-Anisol, $C_3H_5 \cdot C_6H_4 - O \cdot CH_3$ zu sein und besitzt einen sehr reinen, ausgesprochenen Anisgeruch. Dasselbe Anethol wird auch aus Sternanis (Illicium anisatum), aus Fenchelöl (von Foeniculum capillaceum) und aus Esdragonöl (von Artemisia Dracunculus) dargestellt. Da der

---

1) Nelkengeruch-Mischung.

| | | |
|---|---|---|
| Esprit de Rose | 28 | Centiliter |
| Fleurs d'Oranges | 14 | - |
| Fleurs d'Acacias | 14 | - |
| Vanille | 56 | Gramm |
| Girofle | 10 | Tropfen. |

2) »Der aromatische Geruch ist süß im Zimmt, feurig in der Gewürznelke und gleicherart im Nelkenpfeffer, im Lorbeer, in der Osterluzei und in der Haselwurz.«

Geruch von Safrol [1]) an den des Fenchelöls erinnert, gehört auch das Sassafrasöl (aus Sassafras officinalis), woraus es bereitet wird, in diese Gruppe.

Rimmel nennt als verwandt mit diesen Gerüchen das Carvol (Oleum Carvi) und das Dillol (Oleum Anethi aus Anethum graveolens). Diese ätherischen Öle stimmen im Geruche mit einander sehr überein, und beide enthalten Carvol: $C_6 H_4 O (C_3 H_7) CH_3$.

Fröhlich lässt an diese Reihe dann wieder das Kümmelöl (Oleum Cumini), das Cajeputöl (Oleum Cajeputi) und das Wacholderbeeröl (Oleum Juniperi) [2]) anschließen. Letzteres wird im Genever als Geruchsgenerator verwendet. Das Cajeputöl ist das Verbindungsglied mit dem Eucalyptusöl (aus den Blättern des Eucalyptus globulus), welche beiden letzteren das Eucalyptol oder Lineol enthalten, von den Parfumeurs jedoch zu den Kampfergerüchen gezählt werden. Schließlich ist mit diesen Verbindungen noch das Corianderöl mehr oder weniger verwandt, welches einiges Interesse erregt, weil in neuester Zeit aus dem Corianderöl das Coriandrol bereitet wird, welches zu derselben Gruppe der ungesättigten Alkohole gehört, wie das Geraniol, dessen wir bereits früher erwähnten, und den citronenartigen Gerüchen einrcihten.

Die letzte zu den aromatischen Gerüchen gezählte Unterklasse ist die der Mandelgerüche. Sie bilden eine scharf abgegrenzte Gruppe, für welche das Bittermandelöl, das Benzaldehyd: $C_6 H_5 COH$, typisch ist. Rimmel zählt hierzu auch das Lorbeeröl von Laurus nobilis. Außerdem enthalten die Kerne der Steinfrüchte, z. B. der Pfirsiche (Prunus persica) und der Traubenkirsche (Prunus Padus), so wie die Blätter des Kirschlorbeer (Prunus Laurocerasus) Amygdalin, aus welchem durch Fermentation Benzaldehyd sich bildet. Einen vollkommen gleichen Geruch hat das Nitrobenzol, welches die Parfümeure Mirbanöl nennen. Auch die Blausäure oder der Cyanwasserstoff ist, obgleich schwächer riechend [3]), dem Benzaldehyd sehr ähnlich. Wir erhalten daher folgendes Schema für die Klasse der aromatischen Gerüche. Die Reihenfolge der Unterklassen wollen wir dabei jedoch ein wenig abweichend wählen von derjenigen im Texte.

---

1) Piesse, l. c. S. 185.

2) Ol. Juniperi erinnert nach Anderen an Terpentin und würde also zu der Kampfergruppe gehören. Die Sache scheint diese zu sein, dass der Geruch des Oleum Juniperi thatsächlich hervorgebracht wird durch einen Essigsäure-Ester. Innerlich genommen verleiht es dem Urin einen Veilchengeruch, gerade so wie es der Terpentin thut. (Bornemann, S. 184.)

3) Eine einpromillige Cyanwasserstofflösung besitzt keinen Bittermandelgeruch mehr, während Benzaldehyd in einer Verdünnung von 1 : 10000 noch deutlich nach bittern Mandeln riecht.

Schema.

Erste Unterklasse: Kampfergerüche.
Typus: Borneol (Alkohol).
Zweite Unterklasse: Spezereiengerüche.
Typus: Eugenol (Alkohol).
Dritte Unterklasse: Anis-Lavendel-Gerüche.
Typus $\alpha$: Anethol (Äther).
Typus $\beta$: Menthol (Alkohol).
Typus $\gamma$: Thymol (Alkohol).
Vierte Unterklasse: Citronen-Rosen-Gerüche.
Typus $\alpha$: Geraniol (Alkohol).
Typus $\beta$: Citral (Aldehyd).
Fünfte Unterklasse: Mandelgerüche.
Typus: Benzaldehyd (Aldehyd).

### III. Klasse der fragranten oder balsamischen Gerüche.

Wir zählen zu dieser Klasse die Odores fragrantes Linné's; die erste, zweite und vierte Art Fourcroy's; die zweite Gruppe Fröhlich's nebst der von ihm abgesondert angeführten Veilchenwurzel (Rhizoma Iridis florentinae); und die zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste Série Rimmel's. Linné nennt als Beispiele folgende: Die Linde (Tilia), die Lilie (Lilium), den Jasmin (Jasminum), die Tuberose (Polianthes), den Goldlack (Cheiranthus) und den Safran (Crocus). Eine nähere Einteilung dieser Klasse dürfte wohl nach Rimmel's, und zum Teile auch nach Haller's Vorgehen zu geschehen haben.

Zur Vermeidung einer allzugroßen Specialisierung ist es ratsam, vorläufig die zweite, dritte und vierte Série Rimmel's zusammen zu halten und sie als Blumengerüche im engeren Sinne zu unterscheiden, welche dann die erste Unterklasse bilden, in welcher man zwei Typen nebeneinander stellen kann, den Jasmin mit dem verwandten Ylang-Ylang, Ol. anonae aus Cananga odorata und die Orangenblüte mit der verwandten Robinia Pseudacacia, den Flieder (Syringa) u. s. w. [1]). Als zweite Unterklasse betrachten wir die Odores liliacei Haller's, welcher deren (S. 165) in folgender Weise erwähnt: »Alius (sc. odor) dulcis liliaceus lilii, Tuberosae, Iridis, Pruni, Vitis« [2]). Wir können also wieder zwei Typen unter die Liliacei einreihen, die Lilie und die Iris. Rimmel zählt unter die Liliengerüche die Tuberose, die Lilie, die Narcisse, die Jonquilla und die

1) Die Gerüche des Flieders und der Maiglöckchen können künstlich durch einen Alkohol: $C_{10}H_{17}OH$ hervorgebracht werden, welches Präparat, Terpineol, die Firma de Laire & Cie. mir gefälligst zur Verfügung stellte.

2) Ein anderer süßer citronartiger Geruch ist jener der Lilie, Tuberose, Schwertlilie, der Pflaumenblüten, der Weinrebe.

Hyacinthe, an welche Haller den Geruch des Cyclamen und der Linde anreiht.

Das Prototyp der Veilchengerüche ist das Veilchen selbst, ein gewiss sehr einfacher Geruch, denn der Harn von Personen, welche Terpentin gebraucht oder Terpentindämpfe eingeathmet haben, verbreitet ihn sehr stark. Die Structurformel für Terpentinöl wäre: $C_6 H_6 (C_2 H_5)_2$, ein reducierter Benzolkern mit zwei angehefteten Äthylradikalen. Es muss also der Veilchengeruch ein Derivat davon sein. Die Firma de Laire & Cie. in Paris bereitet synthetisch ein künstliches Parfum, das »Jonon«, welches ein Keton sein soll und den Veilchengeruch vollkommen nachahmt. Dass der Veilchengeruch durch relativ einfache Stoffe erzeugt werden kann, ergiebt sich dazu noch hieraus, dass nach Haller und Cloquet frisches Seesalz denselben Geruch haben soll[1]).

Die Parfümeure halten mit dem Veilchen verwandt die Acacia Farnesiana (franz. Cassie, nicht zu verwechseln mit dem Cassiaöl, welches einen Zimmtgeruch hat). Auch ist die Ähnlichkeit mit der Veilchenwurzel sehr treffend. Andererseits ist dieser Geruch wieder nahe verwandt mit dem der Reseda, was besonders bei verdünnten Lösungen der künstlich bereiteten »Irone« hervortritt. De Laire & Cie. hatten mir dieses Keton[2]) zur Verfügung gestellt, und ich war beim Experimentieren manchmal in Ungewissheit, ob ich es mit Reseda- oder mit Irisgeruch zu thun hatte. Bei Haller findet man schließlich noch den Theegeruch der Iris florentina zur Seite gestellt[3])

Die echt balsamischen Gerüche bilden eine dritte Unterklasse. Eine ganze Reihe dieser wurde synthetisch hergestellt, wie das Vanillin, das Cumarin und Piperonal oder Heliotropin. Diese Präparate sind jetzt überall käuflich und werden in der Parfumerieindustrie vielfach verwertet. Ersteres Präparat soll, im krystallinischen Zustande trocken aufbewahrt, beinahe geruchlos sein[4]). Zwar ist das Gleiche der Fall bei einer großen Anzahl leicht oxydierbarer Riechstoffe, wovon im zweiten Hauptstücke die Rede war, jedoch die Structurformel $C_6 H_3 \cdot OH(OCH_3)CHO$, d. i. Methyläther

---

1) Als ich bei einem mir bekannten Salzsieder über diesen Punkt nachfragte, stellte sich heraus, dass auch noch gegenwärtig Seesalz in dem Zustande, in welchem es in den Schiffen eingeführt wird, wirklich manchmal einen angenehmen Geruch verbreitet. Ein Rheder beschrieb denselben als einen angenehmen sanften Duft. Dieser Duft verliert sich im Laufe der Zeit, macht sogar nach längerem Aufbewahren, z. B. nach einem Jahre, einem höchst unangenehmen Geruche Platz. Der Salzsieder vermutet, dass sowohl der angenehme als der unangenehme Geruch abhängig ist von der Fauna und Flora des Mittelmeeres, welche in diesem importierten Seesalze eingeschlossen sind.

2) Tiemann u. Krüger, Ber. d. Wiener chem. Gesellschaft. 1893. Nr. 17.

3) Haller, l. c. S. 164.

4) J. Passy, Comptes rendus 26 Fév. 1894.

des Protocatechu-Aldehyds, lässt eben nicht vermuten, dass der Sauerstoff der Luft hier die Ursache des so besonders intensiven Geruches des frei verdampften Vanillins sein sollte, denn Vanillinsäure ist geruchlos. Das Cumarin, ein Lacton der geruchlosen Cumarsäure, $C_6 H_4 (OH) C_2 H_2 - CO\,OH$, kommt in einer großen Anzahl von Pflanzen vor, wie im Waldmeister (Asperula odorata), in der Bohne des Tonkabaumes (Dipteryx odorata), im gelben Steinklee (Melilotus officinalis), in Anthoxanthum odoratum, Angraecum fragrans und einigen anderen Orchideen u. s. w. Neben dem Moschus ist dieser Geruch einer der meist verbreiteten in der Natur.

Das Piperonal oder Heliotropin endlich entsteht durch Oxydation der Piperinsäure. Es ist ein Aldehyd, obgleich nicht das Aldehyd dieser Säure. Seine Structurformel würde $C_6 H_3 (O_2 C H_2) C H O$ sein. Merkwürdig dabei ist, dass ein so intensiv riechender Stoff wie das Heliotropin das Derivat des Piperins ist, eines Stoffes, welcher, obgleich vollkommen geruchlos, einen sehr starken und charakteristischen Geschmack hat. Daraus geht am deutlichsten hervor, dass Geruch und Geschmack auf verschiedenem Chemismus beruhen, ja sogar mehr oder weniger einander auszuschließen scheinen: Piperin ist geruchlos, aber von starkem Geschmacke, wogegen das Piperonal stark riecht, aber geschmacklos ist. Die Löslichkeit in Wasser kann hier keine Erklärung geben, denn beide Stoffe sind gleichermaßen in Wasser unlöslich.

## IV. Klasse der Amber-Moschusgerüche.

Diese Klasse begreift die Odores ambrosiaci Linné's; die sechzehnte und siebzehnte Reihe Rimmel's und den von Fröhlich gesondert erwähnten Moschusgeruch. Die von Linné angeführten Beispiele sind sehr zahlreich: Ambra, Moschus, Zibeth (Zibethum von Viverra Zibetha), der Bisamstrauch (Hibiscus Abelmoschus), Bisamduftender Kranichschnabel (Geranium, Erodium moschatum), Bisamduftende Käsepappel (Malva moschata), Bisamduftender Lauch (Allium moschatum), Bisamduftende Platterbse (Lathyrus moschatus), Milium, Holcus, Kleinia. Asperula L. muss jedoch auf Grund der chemischen Untersuchung sowohl, wie auch hinsichtlich seines Geruches der III. Klasse zugewiesen werden.

Hauptsächlich gehören also zu dieser Klasse der Amber und der Moschus, zwei nahe mit einander verwandte, und in der Natur überall verbreitete Gerüche. Letztere findet man z. B. im Fleische vieler Tiere und in den Excrementen, am meisten anfangs des Winters [1], was nicht zu

1) »Sed etiam fimus per agros sparsus, imprimis per primum hiemale frigus Moschum redolet.« (Sondern auch der auf den Feldern ausgestreute Dünger, besonders in der ersten Winterhälfte, riecht nach Moschus.) Haller S. 163.

wundern, da die Galle nach Moschus riecht. Der Moschusgeruch wird besonders deutlich, wenn er in großer Verdünnung wahrgenommen wird, wodurch andere Gerüche in den Hintergrund treten; so roch ich ihn im Bratendufte des Rindfleisches.

Cloquet (S. 74) giebt eine reichhaltige Reihe von Moschusgerüchen, die wir hier nicht noch einmal wiederholen wollen. Nur nennen wir die Sumbulwurzel (Radix Sumbul von der Angelica moschata), weil wir einen aus dieser Wurzel verfertigten Riechmesser benützen, und den Moschusschimmel, weil er eine Entdeckung der jüngsten Zeit betrifft. Man benutzt, wie bekannt, seit kurzem auch einen synthetisch bereiteten Moschus, welcher ein Trinitro-Isobutyl-Toluol $C_6H(CH_3)(C_4H_9)(NO_2)_3$ ist. Wir wissen natürlich nicht, ob nun alle Moschusriechstoffe in der Natur diese Verbindung abgeben, was mir übrigens gar nicht unwahrscheinlich scheint. Die Unterscheidungsmerkmale, welche man zur Differenzierung des künstlichen und tierischen Moschus angiebt, können keine Widerlegung dieser Hypothese bilden, denn sie betreffen nur die Vergleichung des Trinitro-Isobutyl-Toluols mit dem Rohpräparat des tierischen Moschus, das selbst eine sehr zusammengesetzte Mischung ist, wovon der Riechstoff nur einen geringen Teil ausmacht. Hier gegenüber steht, dass Trinitro-Isobutyl-Toluol tausendmal intensiver riecht als der gewöhnliche Moschus (Passy). Es wäre jedoch auch möglich, dass hier dieselben Verhältnisse vorliegen wie beim Benzaldehyd und Nitrobenzol, bei welchen die Nitroverbindung und das Aldehyd der Carboxylverbindung denselben Geruch haben.

Wir haben im Moschusgeruch zum zweiten Male eine Nitroverbindung kennen gelernt; das erste Mal betraf es das obenerwähnte Nitrobenzol. Es ist ferner bekannt, dass die Nitroverbindungen der Fettsäurenreihe, Nitromethan u. s. w. sehr angenehme Gerüche verbreiten. Letztere Verbindungen werden jedoch in Parfumerien nicht verwendet, und sie scheinen, so weit mir bekannt ist, in der Natur nicht vorzukommen. Hieraus geht hervor, dass das Nitroradical nicht besonders häufig in Riechstoffen vorkommt. Überaus merkwürdig bleibt es darum, dass zwei so stark riechende Stoffe wie das Nitrobenzol und der künstliche Moschus hierher gehören, um so mehr, weil der Annahme einer Umsetzung im Riechorgane, z. B. in ein Aldehyd der Carboxylverbindung, vorläufig große Schwierigkeiten entgegenstehen.

### V. Klasse der lauchartigen (Allyl-, Cacodyl-) Gerüche.

Zu dieser Klasse gehören die Alliacei Linné's, die Alcalines Lorry's, die fünfte Art Fourcroy's und die sechste Reihe Fröhlich's. Linné führt folgende Beispiele an: Lauch (Allium); Lauch-Hederich

(Alliaria officinalis); Lachen-Knoblauch (Teucrium scordium). Cloquet fügt noch andere hinzu[1]). Auch unter den tierischen Producten fehlt der Zwiebelgeruch nicht, wie z. B. nach Cloquet bei der Regenkröte (Bufo pluvialis). Es giebt jedoch unzählige chemische Präparate, die diese Art von Geruch verbreiten. Beinahe alle riechenden Schwefel-, Arsen- und Phosphorverbindungen gehören hierzu. Allein auch außerhalb dieser Gruppe von Stoffen kommt der Lauchgeruch vor, z. B. beim Acetylen: $C_2 H_2$.[2]) Ferner soll das Silber nach Zwiebeln riechen. Gleichwohl hat Aronsohn aus guten Gründen den Satz aufstellen können: »Alle Elemente sind geruchlos«. Er fand deren nur vier, welche nach dem Ausspruche der Chemiker riechen sollten, nämlich Chlor, Brom, Jod und Phosphor. Der Geruch des letzteren Elementes jedoch ist die Wirkung des Ozons und der Phosphorsäure, welche sich bei der Berührung mit der atmosphärischen Luft bildet[3]). Der Phosphordampf selbst ist vollkommen geruchlos. Die Halogene ferner haben eine so große Affinität zu dem Wasserstoff, dass man sicher annehmen kann, dass in der Nasenhöhle sich unmittelbar Wasserstoffverbindungen bilden[4]). Wie wäre dann jedoch der Zwiebelgeruch des Silbers zu erklären? Es ist eine Thatsache, dass Silber, welches mit Zwiebeln in Berührung gekommen, diesen Geruch überraschend lange festhält. Man kann Silbergeräte in der Haushaltung kaum davon befreien. Es dürfte also sein, dass dieser Geruch einfach am Silber haftet. Ferner könnte man noch eine Erklärung in den Schwefelsilberverbindungen finden, die an der Oberfläche äußerst leicht sich bilden, wie es den Bewohnern von Sumpfgegenden, wo Gräben und Canäle infolge des Gypsgehaltes des Bodens Schwefelwasserstoff ausdünsten, allzuwohl bekannt ist. Ein gleiches Verhalten dürfte vielleicht auch für andere Metalle angenommen werden, so für Kupfer[5]), Gold und Blei. Wie dem auch sei, wir können vorläufig dem Silber als solchem keinen Geruch zusprechen.

Wir wollen nun untersuchen, welche Verbindungen im Allgemeinen einen Lauchgeruch besitzen.

Vorerst die Wasserstoffverbindungen von Schwefel und Arsen. Wenn ein Kohlenwasserstoffradical den Wasserstoff ersetzt, so behalten die Schwefel- und Arsenverbindungen den Zwiebelgeruch, ja, dieser wird sogar merklich intensiver. Alkyl- und Allyl-Schwefelverbindungen mit starkem Zwiebelgeruch sind z. B. das Mercaptan und die Alkylsulfide, endlich das Vinylsulfid, die Allylsulfide, die Allylsenföle und die

1) Cloquet, l. c. S. 76.
2) Meyer und Jacobson, l. c. I. Bd. S. 455.
3) Daher auch die Geruchlosigkeit des roten oder amorphen Phosphors.
4) Aronsohn, l. c. S. 34.
5) Müncke in Gehler's Physikal. Wörterbuch. 1828.

homologen Verbindungen. Noch bedeutend stärker riechen die Thio-Acetone, welche ganze Stadtteile verpesten können[1]. Ferner der Schwefelkohlenstoff, wenn dieser mit der Zeit gelb geworden, indem sich in demselben zusammengesetztere Schwefelkohlenstoffverbindungen bilden. Reiner Schwefelkohlenstoff riecht nicht lauchartig, sondern ätherisch. Allyl-Arsenverbindungen mit äußerst penetrantem Zwiebelgeruch findet man in übergroßer Anzahl in der bekannten Cacodylreihe.

Von selbst drängt sich hier die Frage auf, ob die anderen Elemente der Schwefel- und Stickstoffgruppe Verbindungen von verwandtem Geruche angehen.

Dies ist gewiss der Fall bei den Elementen der Schwefelgruppe, dem Selen und Tellur. Selenwasserstoff und Tellurwasserstoff haben einen mit dem von Schwefelwasserstoff übereinstimmenden Geruch. So sind auch Selen- und Tellur-Mercaptane von einem ungefähr gleichen Gestanke, wie jener der Schwefel-Mercaptane, bekannt.

Nicht so deutlich ist es für die Elemente der Stickstoffgruppe. Wohl riechen Phosphorwasserstoff, sowie auch die Alkylverbindungen des Antimons und Wismuts zwiebelartig. So haben z. B. die Methyl- und Äthyl-Stibine einen merklichen zwiebelartigen Geruch, und sogar sehr unangenehm das Methylwismuth[2]. Jedoch das Ammoniak hat einen eigenen Geruch, der zwar durch gleichzeitige sensible Reizung in den Hintergrund tritt, nichtsdestoweniger dem Zwiebelgeruch sehr ähnlich ist. Ganz reines Ammoniak, nach der Methode von Stas bereitet, besitzt nach Dr. J. D. v. d. Plaats einen ätherischen Geruch. Das Handelspräparat hat einen empyreumatischen Geruch wegen der zahlreichen Beimischungen, welche, weil Ammoniak aus Theer fabriciert wird, größtenteils einen brenzlichen Geruch besitzen. Betrachtet man dagegen die mehr zusammengesetzten Verbindungen, in welchen die Wasserstoffatome durch Alkylradicale ersetzt sind, so tritt die Verwandtschaft sofort hervor. Das Methylamin, $CH_3NH_2$, riecht einigermaßen, Propylamin sehr deutlich fischartig[3], Trimethylamin, $(CH_3)_3N$, hat in Verdünnung vollkommen den charakteristischen Geruch verdorbener Fische. Zwiebelgeruch und Fischgeruch sind wohl keineswegs identisch, allein wir können dessenungeachtet sie in hohem Grade verwandt nennen, zumal wenn wir die ganze Reihe von Schwefelwasserstoff, Alkylsulfiden, Mercaptan, Thio-Aceton auf eine Seite, und die Methylamine auf die andere setzen. Diese Übereinstimmung spricht dem Laien vielleicht noch mehr zu, wenn man den Gestank fauler Eier (Schwefelverbindung) mit jenem der verdorbenen Fische (Amin) vergleicht.

1) Meyer und Jacobson, l. c. I. Bd. S. 425.
2) Meyer und Jacobson, l. c. I. Bd. S. 272.
3) Meyer und Jacobson, l. c. I. Bd. S. 242.

Dass das Schwefelammonium in diese Klasse gehört, darf uns nicht wundern. Sowohl der Schwefelbestandteil wie der Stickstoff in diesem Körper werden beide den Knoblauchgestank fördern.

Von der Regel bilden nur die Cyanverbindungen eine sehr merkwürdige Ausnahme; ein Argument vielleicht für den auf sich selbst stehenden Charakter des Cyanradicals. Hingegen sind die Carbylamine wieder abscheulich stinkende Stoffe.

Auf Grund des Vorerwähnten gelangen wir daher zu dem Schlusse, dass die lauchartigen Gerüche den Verbindungen eigentümlich sind, in welchen, sei es ein Element der Schwefelgruppe oder wohl auch ein Element der Stickstoffgruppe vorkommt. Ist jedoch damit die Abteilung erschöpft? Aronsohn lenkt in seiner Inauguraldissertation die Aufmerksamkeit darauf, dass Schwefelammonium, Schwefelwasserstoff, Brom und Chlorwasserstoff auf Grund der Ermüdungsversuche zu einer und derselben Energie gebracht werden müssen. Obgleich die Beweiskraft dieser Methode nicht unbedenklich ist, müssen wir doch dieser Beobachtung Rechnung tragen und uns fragen, ob auch auf Grund des Verwandtschaftseindruckes, nicht subjectiv bei einer einzelnen Person, aber nach der Auffassung von Vielen, das Brom zu unserer *S-H*-Gruppe gezählt werden könne.

Brom wird allgemein als ein Gestank betrachtet, wie sogar der Name andeutet. Es ist jedoch ein Gestank, den man nicht nächst dem Fäcalgeruch, sondern vielmehr den Foetores, wie Cacodyl, Mercaptan u. s. w. anreihen soll. Ich nehme daher keinen Anstand, auch die Halogene zu unserer Klasse der Allyl-Cacodyl-Gerüche zu rechnen.

## VI. Klasse der brenzlichen Gerüche.

Linné erwähnt nicht dieser Klasse, doch wurde sie notwendig, sowohl wegen der zahlreichen chemischen Präparate dieses Geruches, als wegen der Produkte der trockenen Destillation, welche bei der Zubereitung der Nahrungsmittel civilisierter Völker sich bilden. Der Name »Odor empyreumaticus« findet sich jedoch bereits bei Haller. Wir kommen im täglichen Leben mit folgenden empyreumatischen Gerüchen in Berührung:

Gebrannter Kaffee,
Geröstetes Brot,
Tabaksrauch,
Teer.

Chemische Beispiele sind sehr zahlreich. Vor allen die sogenannten empyreumatischen Öle der Technik, z. B. der Amylalkohol und homologe Verbindungen, obgleich es zwar hauptsächlich die Beimengungen sind, welche dem Handelsprodukte ihren empyreumatischen Geruch verleihen.

Dann das Benzol mit seinen Homologen; Phenol mit Homologen; Creolin; Brenzcatechin und Homologe (durch trockene Destillation von Holz); Guajacol und Homologe (Creosol). Auf gleiche Weise das Naphtalin und seine Hydroxylderivate (Naphtol u. s. w.).

Die subjective Wahrnehmung rechnet auch den Qualm ausgebrannter Öldochte zu den brenzlichen Gerüchen. Dies beruht chemisch auf der Anwesenheit von Acroleïn ($CH_2 \cdot CH \cdot CHO$) und homologer Verbindungen. Es ist dies das erste Mal, dass wir nicht einem Alkohol oder einem Phenol, sondern einem Aldehyd in dieser Klasse begegnen.

Man fand ferner im Tabaksrauche Pyridin und vermutet, dass dieses selbst das riechende Princip desselben sei. Jedenfalls gehört auch dieses zu den Riechstoffen, welche einen brenzlichen Geruchseindruck hervorrufen. Pyridin ist bekanntlich ein Benzolkern, in dem $CH$ durch ein Stickstoffatom substituiert ist. Das Pyridin und dessen Homologe kommen auch außer im Tabaksrauche noch in dem ebenfalls empyreumatisch riechenden Oleum animale Dippelii vor. Über den Asphaltgeruch, welchen Haller (S. 167) für verwandt mit den empyreumatischen Gerüchen hält, ist chemisch nicht viel bekannt, ebenso wenig bezüglich des Karamels, das sich bei Erhitzung des Zuckers bildet.

## VII. Klasse der Caprylgerüche.

Linné vereinigte diese Gerüche in seiner Klasse der Odores hircini (Bocksgerüche). Er giebt davon folgende Beispiele:

Stinkende Ragwurz (Orchis hircina; certa species Haller).
Stinkender Gänsefuß (Chenopodium vulvaria).
Rupreehtskraut (Geranium Robertianum).
Stinkendes Johanniskraut (Hypericum hircinum).

Der Bocksgeruch rührt bekanntlich von der Capron- und Caprylsäure her, welche Säuren ihre Namen diesem Tiere entlehnen. Dadurch treten andere Fettsäuren, gleichsam wie von selbst, in diese Gruppe, in welche auch der aus dem gewöhnlichen Leben so bekannte Geruch des Käses und des menschlichen Schweißes gehören. Der Gestank der faulenden Knochen und einigermaßen der Geruch der Heidelbeere[1]) (Vaccinium

1) Der sehr schwache Caprylgeruch, welcher in Heidelbeeren und den von denselben abgeleiteten Produkten, wie Heidelbeerwein und dem jetzt vielfach als Mundwasser benutzten Heidelbeerdecoct vorkommen soll, wird nicht von jedem Geruchsorgane wahrgenommen. Es scheint, dass hier individuelle Verschiedenheiten vorliegen, welche vielleicht die Ursache sind, dass die eine Person die Heidelbeergerüche liebt, andere dieselben verwerfen. Gleiches findet mit dem Käsegeruch statt. In Gegenden, wo der einheimische Käse nur unbedeutenden Caprylgeruch besitzt, wie in Holland, werden Rochfort, Gruyère u. s. w. vom Volke sehr ungern genommen. Erst allmählich gewöhnt sich der Geschmack daran und lässt ihn neben den anderen Geruchseindrücken zu.

Myrtillus) sollen nach Haller damit übereinstimmen. Einige niedrige Organismen scheinen gleichfalls Fettsäuren zu erzeugen, z. B. der Bacille à l'Odeur de beurre-rance Moule's, welcher auf Fleisch cultiviert wurde. Ferner gehört hierher der Harn der Katze, welcher valeriansaures Ammoniak enthält[1]). Aber es giebt deren noch mehr. Wir lesen in Haller (S. 167): »Odor putorii urinae felinae, qui est in Geranio Robertiano mitior, et qui idem affinitatem habet cum Ribe nigra, et Thalietro foetido«[2]). Auch diese Gestänke werden daher in die Klasse der Fettsäurengerüche einzureihen sein. Ob der normale menschliche Harn gleichfalls dazu gehöre, bleibe hier dahingestellt. Er hat einen sehr verschiedenen Geruch, je nach den genossenen Nahrungsmitteln. So schreibt z. B. der holländische Satyriker C. Huygens:

»Getuigh 't gelukkig vat daarin ik mij ontlast,
Daar van de zoete geur op 't lekker voedsel past«[3]).

In manchen Fällen kennt man sogar den Chemismus der im Harn vorkommenden Zersetzungsprodukte, welche ihm den Geruch geben. So z. B. den üblen Geruch des Harnes nach Genuss von Spargel, dessen Ursache Methylmercaptan sein soll[4]). Doch scheint der eigentümliche Geruch des Harnes ohne diese Beimengung ammoniakalisch zu sein, was keineswegs befremdend ist mit Rücksicht auf die große Anzahl von ammoniakhaltigen Bestandteilen. Der Harngeruch für sich allein kann also nicht zu den Caprylgerüchen gezählt werden.

Zu dieser Gruppe der Fettsäuren gehören vielleicht auch die Gerüche des Scheidensecretes (verwandt mit jenem des stinkenden Gänsefußes, Chenopodium vulvaria L.)[5]) und des Samens, welcher letztere, von Haller ein Odor aphrodisiacus genannt, gleichfalls in der Kastanie und im Sauerdorn gefunden wird[6]). So weit mir bekannt, sind die Riechstoffe des Spermas noch nicht untersucht. Nur kennt man einige künstlich bereitete Produkte, welche einen ihm ähnlichen Geruch besitzen sollen. Unter diese gehört das Pentamethylendiamin oder Cadaverin.

---

1) Dies ist die Ursache, weshalb Katzen in einer Apotheke nicht von dem Valerianvorrate abzuhalten sind.

2) »Der Geruch der Fäulnis, des Katzenharns, welcher im Ruprechtskraut milder ist und welcher selbst eine Verwandtschaft zur Gichtbeere und zur stinkenden Wiesenraute hat.«

3) C. Huygens, 't kostelick mal.

4) Loebisch, Harnuntersuchung. S. 325.

5) »Vulvaria allicit canes, ut mingant in eum qui portat.« A. Wäklin in C. Linnei Amoenitates Acad. Vol. III. S. 200.

6) »Hircinus excitat venerem, et coincidit fere cum illo, qui in genitalibus lascivis reperitur« (Vol. III. S. 196).

## VIII. Klasse der widerlichen Gerüche.

Diese Klasse umfasst die Odores tetri oder widerlichen Gerüche Linné's und die narkotischen Gerüche Lorry's. Linné führt eine große Anzahl Beispiele an, unter welchen die Studenten- oder Totenblume (Tagetes patula), viele Pflanzen aus der Familie der Nachtschatten (Solanaceae) und die frischen Früchte des Corianders (Coriandrum sativum) mit ihrem wanzenähnlichen Gestank die hauptsächlichsten sind.

Wir besitzen fast keine chemischen Erfahrungen über diese Klasse von Riechstoffen, können jedoch, wie mich dünkt, zwei Typen unterscheiden: 1) den narkotischen Geruch und 2) den Wanzengeruch, den Odor cimicis Haller's, der Hauswanze (Acanthia lectularia), der Wanzendill (Coriandrum sativum) und die stinkende Ragwurz (Orchis coryophora). Von der ersteren Art würde das Nicotin, zumal beim Erhitzen, ein gutes Beispiel abgeben[1]. Der Pfeifenzuder jedoch gehört, wie oben erwähnt, zu den brenzlichen Gerüchen und der Tabak weicht gänzlich davon ab, was auch nicht wundern kann, weil sein Geruch von einer Fermentation herrührt[2]. Merkwürdig, dass die zweite Art dieser Gerüche, der Wanzengeruch, in sehr starken Verdünnungen weniger unangenehm riecht und einen ähnlichen Eindruck macht, wie ihn auch der Zimmt einigermaßen hervorbringen kann. Man hat es dabei nicht unwahrscheinlich mit einer Mischung zu thun, in welcher concentriert der widerliche Geruch, in Verdünnung jedoch der Geruch des Coriandrols vorherrscht. Der Coriandergestank, concentriert gerochen, muss in der That abscheulich sein. Linné spricht sich darüber also aus (S. 197): »Coriandrum minus testiculatum C. B. copiose in agris Italiae provenit et teterrimo odore praetereuntium capita tentat, qui odor dum pluvia ingruit vehementior evadens ad vicinas terras defertur, tamque coelestis injuriae praesagus«[3]. Verwandt mit dem Wanzengeruch würde ferner der Ozaena-Gestank sein[4].

Der Name »Odores tetri« dieser Klasse wird von Cloquet in seiner Osphrasiologie mit »Odeurs repoussantes« übersetzt, mit welchem die Eigenschaften derselben sehr treffend bezeichnet werden, wodurch diese Gerüche sich von anderen unangenehmen unterscheiden. Wir benehmen uns gegen diesen Geruch nicht gleichgültig, sondern halten den Atem ein und wenden die Nase, gleichsam wie davon abgestoßen, reflectorisch ab. Nun ist es merkwürdig, dass im Jahre 1883 Gourewitsch unter

1) Dr. E. Suchsland beschreibt den Tabaksgeruch als einen schwachen, etwas säuerlichen Obstgeruch.

2) E. F. v. Gorup-Besanez, Organische Chemie. 4. Aufl. S. 607.

3) »Der Coriander wächst massenhaft in den Feldern Italiens und benimmt den Kopf der Vorübergehenden durch seinen widerlichen Geruch, welcher bei Einbruch von Regen heftiger ausströmend sich in die benachbarten Landschaften verbreitet, wie eine Prophezeiung himmlischer Strafen.«

4) M. Schmidt, Krankheiten der oberen Luftwege. Berlin 1894. S. 165.

Luchsinger's Leitung einige Versuche angestellt hatte, aus welchen hervorgeht, dass die Reizung des Riechorganes durch Riechstoffe sowie durch elektrische Reize, sei es der Sinnesschleimhaut oder der bloßgelegten Riechkolben, Verlangsamung des Atmens oder exspiratorisches Anhalten desselben hervorruft. Die Trigemini sowie die Vagi und deren laryngeale Zweige waren vorher durchschnitten worden. Offenbar hat man hier das oben genannte Einhalten des Atems durch den Versuch an Tieren veranschaulicht. Das reflectorische Abwenden ist also nicht rein psychischer Natur, sondern auch ein Reflex niederer Art. Aronsohn hat diese Versuche vereinfacht wiederholt und gefunden, dass bei Fröschen Cölnisches Wasser, Terpentin, Wachholderbeeröl, Kampfergeist und Citronenöl eine Verlangsamung der Atemfrequenz zur Folge haben.

Nicht nur, dass das Atemholen sich verlangsamt, es wird sogar oberflächlicher. Dasselbe geht beim Menschen aus einigen Versuchen Henry's [1]) und Verdin's hervor, in welchen an Stelle von unangenehmen Gerüchen Ylang-Ylang, Wintergrünöl und Rosmarin gewählt wurden. Nur der erstere Geruch machte, und zwar nur ein einziges Mal, das Atmen etwas tiefer, wogegen es bei den anderen abnahm. Wir können annehmen, dass diese reflectorische Abschwächung des Atmens, welche nach den Versuchen von Gourewitsch in ihrem stärksten Grade zum respiratorischen Stillstand führt, in hohem Maße den »Odeurs repoussantes« eigentümlich sei. Die eigene Erfahrung des Lesers wird dies bestätigen. Gerade der penetrante und beklemmende Charakter dieser Gerüche zwingt uns zum reflectorischen Anhalten des Atmens, mehr noch als unangenehme, sogar Erbrechen erregende Gestänke es thun.

## IX. Klasse der Erbrechen erregenden Gestänke.

Diese Klasse begreift die »Odores nauseosi« Linné's, welcher in seinem klassischen Werke folgende Beispiele anführt: den Germer oder die weiße Nieswurz (Veratrum album); die Weihnachtsrose oder schwarze Nieswurz (Helleborus niger); Convallaria; Dracontium (Dracunculus crinitus); Asarum europeum; Nicotiana; die Coloquinte (Citrillus Colocynthis); die Blüten der Aaspflanze (Flores Stapeliae, eine südafrikanische Asclepiadee).

Aus der Erwähnung der Stapelia ergiebt sich, dass auch der Aasgeruch hierher gezählt werden müsse: »Stapeliae flos cadaveris instar foetidus allicit muscas carnivoras deponere ova«[2]).

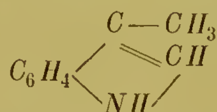
1) Influence de l'odeur sur les mouvements respiratoires et sur l'effort musculaire (»Einfluss der Gerüche auf die Atembewegung und auf die Muskelkraft«). Société de Biologie 6 Juin 1891.

2) »Die gleich Leichen stinkende Blüte der Stapelia lockt die fleischfressenden Fliegen zum Eierlegen.

Dies führt uns zu der Art dieser Gestänke. Der Aas- und Leichengeruch beruht doch offenbar auf Umsetzungsprodukten. Es ist nun merkwürdig, dass derlei Zersetzungsprodukte durch lebende Blumen entwickelt werden. Den schrecklichsten dieser Gestänke sollen die Blüten des Dracontium hervorbringen[1]), welcher jedoch sicherlich von der vor wenigen Jahren auf Celebes entdeckten Riesenblüte des Pseudophallus titanum, einer Aroidee, übertroffen wird.

Auch der Fäcalgestank fehlt nicht unter den Pflanzen, wovon der griechische Zirkelhülsenbaum (Anagyris foetida) und der ostindische Stinkbaum (Stercularia foetida) Repräsentanten sind.

Der Fäcalgeruch (Odor stercoralis) als solcher wird durch eine Anzahl von Zersetzungsprodukten, abhängig von der Art der Nahrungsmittel, erzeugt. So ist der Fäcalgestank der Fleischfresser der abscheulichste[2]). Von allen derartigen Verbindungen scheint das Scatol den durchdringendsten Geruch zu haben. Seine Formel ist folgende:



Außer Scatol kommen in den Excrementen noch Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan, Capronsäure, Valeriansäure, Ammoniak und Cadaverine vor. Ich habe mich jedoch überzeugt, dass unter all diesen Verbindungen das Scatol vorherrscht.

Diese Klasse enthält vor allem Gestänke, welche von den End- oder Zwischenprodukten der Fäule abhängig sind. In dieser Hinsicht gehört auch der Schimmelgeruch hierher. Der sogenannte Schimmelgeruch (mit dem nach Haller auch der Geruch des frischen Brotes verwandt ist) wird jedoch durchaus nicht von allen Schimmelarten erzeugt. Wir kennen gleichwohl bereits einen Moschusschimmel und einen Schimmel mit dem Geruche der ranzigen Butter. Es scheinen jedoch der Pinselschimmel (Penicillium glaucum) und derartige sehr verbreitete Schimmel die Ursache dieses allgemein bekannten Geruches zu sein. Auch der Proteus vulgaris Hauser (früher Bacterium Termo) entwickelt diesen Foetor, wenn man ihn in gewöhnlicher Pasteur'scher Nahrungsflüssigkeit aussäet.

## Classification der rein olfactiven Riechstoffe.

I. Klasse: Ätherische Gerüche (Odores aetherei Lorry).

a) Fruchtäther (Alkylester), in Parfumerien verwendet, wie Apfel-, Ananas-, Quitten-, Birnen- und Önanthäther.

1) Linnaeus, Amoenitates. Vol. III. p. 200.
2) Haller, S. 166.

b) Bienenwachs, dessen riechender Bestandteil ein Ester.
c) Äther, Aldehyde, Ketone (niedere Stufen der homologen Reihen).

II. Klasse: Aromatische Gerüche (Odores aromatici L.).
a) Kampfergerüche: Kampfer, Borneol, Patschuli, Rosmarin, Cajeput (Eucalyptol), Terpentin (Odor resinosus Haller).
b) Gewürzartige Gerüche: *α*. Ol. Caryophyllorum (Eugenol), Nelken, Ingwer, Pfeffer. *β*. Zimmtaldehyde: Cassiaöl, Muskat, Macis, Pimentöle (Eugenol).
c) Anis-Lavendelgerüche: *α*. Anethol, Safrol, Oleum foeniculi, Carvol, Coriandrol. *β*. Menthol, Ol. Menthae piperitae, Methyltertiärbutylketon, Ol. Salviae. *γ*. Carvacrol, Arnica, Ol. Chamomillae (Angelicasäure, Valeriansäure, Butyl- u. Amylester), Thymol, Ol. Lavandulae.
d) Citronen-Rosengerüche: *α*. Geraniol (Alkohol), Palisanderholz. *β*. Citral (Aldehyd), Methyl-Nonyl-Keton, Citronellon, Kus-Kus, Bergamiol (Linalylacetat), Sandelholz, Cederholz.
e) Mandelgerüche: Cyanwasserstoffsäure, Benzaldehyde, Nitrobenzol, Salicylaldehyd (in Spireaöl).

III. Klasse: Balsamische Gerüche (Odores fragrantes L.).
a) Blumengerüche: *α*. Jasmin, Ylang-Ylang. *β*. Orangenblüten, Robinia pseudacacia, Terpineol (Syringa, Muguet).
b) Lilienartige Gerüche: *α*. Polyanthes, Lilie, Narcisse, Jonquilla, Hyacinthe. *β*. Viola (Jonon), Acacia Farnesiana, Iris florentina (Iron), Reseda, Thee.
c) Vanillegerüche: Vanillinum, Peru, Tolu, Benzoë, Storax, Cumarin, Piperonal (Heliotropin), Odor balsamicus Haller.

IV. Klasse: Amber-Moschusgerüche (Odores ambrosiaci L.).
a) Ambergerüche: Amber.
b) Moschusgerüche: Trinitro-Isobutyl-Toluol; Moschus, Bisam; Rindergalle, zahlreiche Tiere und Pflanzen; Radix Sumbul, Kitisato's Moschusschimmel.

V. Klasse: Allyl-Cacodylgerüche.
a) Lauchartige Gerüche im engeren Sinne: Schwefelwasserstoff, Selenwasserstoff, Tellurwasserstoff, gelber Schwefelkohlenstoff, Mercaptane und Alkylsulfide, Vinylsulfid, Allylsulfide und Allylsenföle, Thioacetone, vulkanisierter Kautschuk, Asa foetida, Gummi ammoniacum, Gummi Galbanum, Sagapenum, Ichthyol.
b) Cacodyl-Fischgerüche: Arsenwasserstoff, Phosphorwasserstoff, Cacodylverbindungen, Trimethylamine, Stibine, Methylbismut.
c) Bromgerüche: Chlor, Brom, Jod, Chinon.

VI. Klasse: **Brenzliche Gerüche** (Odores empyreumatici).
- a) Gebrannter Kaffee, geröstetes Brot, Tabaksrauch, Brenzcatechin, Guajacol, Creosol, Acroleïn, Pyridin.
- b) Amylalkohol und Homologe. Benzol, Toluol, Xylol u. s. w. Phenol, Cresol (Creolin) u. s. w. Naphthalin, Naphthol.

VII. Klasse: **Caprylgerüche** (Odores hircini L.).
- a) Capronsäure und Homologe. Käse. Schweiß. Faulende Knochen, Myrtillus, ranziges Fett. Bacillus.
- b) Katzenharn, Geranium Robertianum, Ribes nigra, Thalictrum foetidum. Vaginalsecret. Sperma (Odor aphrodisiacus), Castania, Berberis. Cadaverin.

VIII. Klasse: **Widerliche Gerüche** (Odores tetri L.).
- a) Odor narcoticus: Verschiedene Solaneen, Hyoscyamus.
- b) Odor cimicis: Acanthia lectularia. Coriandrum sativum. Ozaena.

IX. Klasse: **Ekelhafte Gerüche** (Odores nauseosi L.).
- a) Aas- und Leichengeruch, Stapelia.
- b) Dracontium, Fäces, Scatol.

## Zusammenfassung.

### A. Rein olfactive Riechstoffe.

Wir haben im Obenstehenden eine Classification versucht, in erster Linie der rein olfactiven Gerüche. Zwar wird man wohl erwarten können, dass der Hauptsache nach die gleiche Gruppenbildung sich für die scharfen und für die schmeckenden Riechstoffe wiederholen wird, jedoch vorläufig bleibt es uns unbekannt, ob das System dann vollständig wiedergefunden werden wird. Vielleicht hat es ein gewisses Interesse, mit Rücksicht auf diese Unsicherheit auch für die rein olfactiven Riechstoffe eine Reduction des Systems zu versuchen. Auffallend genug lassen sich die vier ersten unserer Geruchsklassen zu einer großen Abteilung vereinigen, welche wir die Abteilung der Nahrungsgerüche nennen können. In gleicher Weise bilden die fünf letzten Klassen eine gleich große Abteilung, diejenige der Zersetzungsgerüche. Wir kommen also zu folgendem Schema:

1) Nahrungsgerüche { ätherische, aromatische, balsamische, amberartige.

2) Zersetzungsgerüche { ohne Reflex, mit Reflex.

Die beiden großen Abteilungen unseres reducierten Systems werden ohne Frage auch für die scharfen und für die schmeckbaren Riechstoffe

durchgeführt werden können und hier daher jedenfalls die Grundlage für eine provisorische Classification bilden.

## B. Scharfe Riechstoffe.

In derselben Weise wie beim Kosten vieler Schmeckstoffe eine Geruchscomponente mitspielt, nimmt, wie erwähnt, bei mehreren Riechstoffen eine Gefühlscomponente an der Empfindung teil. Der Name Gefühlscomponente ist vielleicht nicht ganz einwandsfrei, und mancher dürfte den Ausdruck Tastcomponente vorziehen, denn in der Psychologie heißt es, dass jeder Sinnesempfindung eine Affectcomponente zukommt, welche man auch wohl den Gefühlston der Empfindung genannt hat. Jedoch nicht wir sind daran schuld, dass dem Worte Gefühl zwei Begriffe entsprechen! Obgleich dem Tastsinne nahe verwandt, ist die Empfindung, welche die scharfen Riechstoffe hervorrufen, zu sehr eigentümlich, um mit einer Tast- oder Druckempfindung identificiert zu werden. Nur bei ihrer Steigerung bis zur Reizhöhe entsteht eine gewisse Ähnlichkeit, indem die scharfe Empfindung dann als Kitzel erscheint. Auf einer niederen Stufe der Reizintensität hingegen tritt ihre Eigenart klar hervor.

Wahrscheinlich würde es sich umgemein lohnen, diese Gefühlscomponente aus der Gesamtempfindung zu abstrahieren und nachher für sich zu studieren, denn offenbar benützen wir dieselbe ebenso gut zur Erkennung des Stoffes als den eigentlichen Geruch. Es liegen selbst vergleichende anatomische Thatsachen vor, woraus geschlossen werden kann, dass in einigen Tierklassen diese Modulation des Gefühlssinnes besonders in den Vordergrund tritt. Ja, Zuckerkandl hält für die meisten Osmatiker die Trigeminusausbreitung in der Nasenhöhle für nicht weniger ausgebildet als jene der Nervi olfactorii. In Übereinstimmung hiermit ist die Oberflächenvergrößerung der unteren Muschel jener der Riechwülste vollkommen ebenbürtig. Beim Delphin sogar übertrifft erstere so außerordentlich letztere, dass einer ungemein entwickelten Nasenmuschel mit reicher Trigeminusverästelung ein ganz reduciertes Geruchsorgan gegenüber steht und man den Eindruck bekommt, dass die Tiere die Riechstoffe nicht nach deren Geruch, sondern nach der Tastempfindung, welche dieselben in der Nase hervorrufen, unterscheiden.

Personen, welche angeboren oder in Folge pathologischer Processe anosmisch sind, benützen neben dem Geschmack die irritative Wirkung auf der Nasenschleimhaut zur Unterscheidung der Nahrungsstoffe. Solche Menschen haben die vicariierenden Sinne so vielfach geübt und dieselben so sorgfältig anzuwenden gelernt, dass sie dadurch allein im Stande sind sich zurecht zu finden. So erzählt z. B. Cloquet von einem Manne, der, obgleich ihm der Geruch vollständig abging, dennoch zwei Tabaks-

arten nach ihrer reizenden Wirkung auf der Nasenschleimhaut unterscheiden konnte. Ohne Frage lassen auch wir Normalriechenden die Gefühlscomponente nicht ganz unbenützt, und wir nehmen dieselbe neben der Geruchscomponente im Erinnerungsbilde, welches die Riechstoffe in unserem Geiste zurücklassen, auf. Meistens ist es nicht schwer sie darin zu unterscheiden, wie Fröhlich uns gelehrt. Scharfe Riechstoffe sind z. B. Chlor, Jod, Brom, Salpetersäure, Essigsäure, die Ammonia der Laboratorien, Senföl u. s. w. Eine Anzahl anderer, deren scharfe Wirkung uns entgeht, erscheinen den Anosmischen mehr oder weniger prickelnd. Cloquet[1]) zählt den Cloakengeruch unter letztere. Auch die scharfen Riechstoffe lassen sich einteilen in die zwei großen Rubriken: Nahrungsgerüche und Zersetzungsgerüche. In diesen beiden großen Abteilungen findet man dann wie gesagt ferner mehr oder weniger vollständig die neun Klassen zurück, welche wir in diesem Capitel für die rein olfactiven Gerüche aufgestellt haben.

## C. Schmeckbare Riechstoffe.

Bereits öfters haben wir in diesem Buche in den Empfindungen, welche Nahrungsstoffe in uns hervorrufen, eine Geschmacks- und eine Geruchscomponente zu unterscheiden gelernt. Für den unbefangenen Menschen schmelzen beide zusammen zu einem Gesamteindrucke, welchen er sich in der Regel zu analysieren nicht die Mühe giebt. Es ist also logisch, dass wir, dem Beispiele Fröhlich's für die scharfen Riechstoffe folgend, diesen riechenden Schmeckstoffen oder schmeckenden Riechstoffen einen besonderen Platz in unserem System einräumen, und dann fragt es sich, ob auch hier jetzt schon ein Classificierungsversuch erlaubt sei? Die zwei großen Rubriken Nahrungs- und Zersetzungsgerüche findet man wieder, aber weiter ist die Einteilung, ja, sogar das einfache Studium der schmeckenden Riechstoffe nicht fortgeschritten. Es wird sich wahrscheinlich herausstellen, dass auch hier die neun Geruchsklassen unterschieden werden können, während dann durch die vier Modulationen, welche, den vier specifischen Energien des Geschmacks entsprechend, innerhalb jeder Klasse vorhanden sind, die Zahl der gesonderten Abteilungen noch bedeutend sich vermehrt. Es wird eine überaus lohnende Aufgabe sein festzustellen, ob sich immer bestimmte Geschmacksmodulationen bestimmten Klassen gesellen, z. B. das Süßliche dem Ätherischen sich paart, das Saure dem Hircinischen u. s. w. oder, dass jede mögliche Combination in der Natur ihre Repräsentanten findet. A priori ist letzteres gar nicht unwahrscheinlich, obgleich zugegeben werden muss, dass in der Zukunft Beziehungen zwischen dem Chemismus des Geruchs und

1) Osphrasiologie. S. 360.

dem Chemismus des Geschmacks aufgefunden werden können, welche die Variation im Zusammengehen beider Eigenschaften der Riechstoffe bedeutend einschränken. Scheinbar haben der Geruch und der Geschmack eines Stoffes nichts mit einander zu thun. Jedoch beide wurzeln in seiner chemischen Structur und müssen deshalb in eine gewisse Relation treten. Die Olfactologie studiert eine Seite dieses Problems und wir werden im nächsten Capitel versuchen, einige Baustoffe zur Erläuterung der Frage herbeizuschaffen.

---

## XIV. Geruch und Chemismus.

(Haycraft'sche Reihen, gerucherzeugende Atomgruppen.)

Wir versuchten im vorhergehenden Hauptstücke, ausschließlich aus litterarischen Quellen schöpfend, und so viel als möglich von eigenen subjectiven Wahrnehmungen absehend, eine Classification der Gerüche. Wir wollten zu einem natürlichen Systeme gelangen und stellten daher die von der Mehrzahl der Schriftsteller als gleichartig betrachteten Riechstoffe zusammen. Zugleich beschäftigten wir uns mit der chemischen Natur der Riechstoffe, so weit dieselbe bis jetzt bekannt ist. Nun tritt uns die Frage entgegen, in wie weit besteht eine Beziehung zwischen Geruch und Chemismus?

Wichtige Vorarbeiten hierzu hat bereits J. B. Haycraft [1]) geliefert, welcher im Jahre 1888 darauf hinwies, dass die Gase von geringem specifischen Gewichte im Allgemeinen genommen vollkommen geruchlos sind, man aber in einigen homologen Reihen beobachten kann, dass mit der Zunahme des specifischen Gewichtes die Intensität des Geruches sich steigere. Es scheint also hier der Geruch bis zu einem gewissen Grade von den physischen Eigenschaften der Moleküle, aus welchen nach unserer Annahme die Riechstoffe gebildet werden, abzuhängen. Dieser Zusammenhang fällt noch mehr auf, wenn man beobachtet, dass der Geruch selbst, ebenso wie die anderen physikalischen Eigenschaften, eine periodische Function der Atomgewichte zu sein scheint. In dem periodischen System Mendelejeff's und Lothar Meyer's werden wie bekannt die Elemente nach den Atomgewichten geordnet. Die lange Serie wird in Abteilungen von acht Elementen zerlegt, und jede dieser kurzen Reihen unter die vorhergehende gestellt. So entstehen acht Gruppen, deren Elemente alle die gleiche Valenz besitzen. Die sechste Gruppe wird

1) J. B. Haycraft, Brain. 1888. S. 166.

aus den Elementen: Sauerstoff, Schwefel, Chrom, Selen, Molybdän, Tellur u. s. w. gebildet. Der zweite, vierte und sechste Term sind für den Geruch von großer Bedeutung, in so ferne als die Elemente Schwefel, Selen und Tellur nicht nur in vielen starkriechenden Körpern sich vorfinden, sondern auch die Verbindungen selbst, in denen sie vorkommen, deutlich verwandte Geruchseindrücke erwecken. In die siebente Gruppe werden das Fluor, das Chlor, das Mangan, das Brom und das Jod eingereiht. Auch hiervon kommen wieder der zweite, vierte und sechste Term (der fünfte fehlt) in vielen Riechstoffen vor. Die übereinstimmenden Verbindungen von jedem dieser Elemente: Chlor, Brom und Jod, gleichgültig ob eine Wasserstoffverbindung oder eine Alkylverbindung, zeigen eine treffliche Ähnlichkeit im Geruche. Fassen wir demgegenüber die homologen Reihen der organischen Chemie ins Auge, so beobachten wir bei aufmerksamer Betrachtung ein ähnliches Verhalten. Es verändert sich sehr allmählich die Qualität des Geruches, aufsteigend von den niederen zu den höheren Termen. Wie verschieden auch die Endterme zu riechen scheinen mögen, bei der Untersuchung der Zwischentermen zeigt sich der langsame Übergang am allerdeutlichsten. So haben der Methylalkohol und der Äthylalkohol den Alkoholgeruch. Der Propylalkohol nimmt bereits einigermaßen den Fuselgeruch an, während dieser in den höheren Gliedern, Butyl-, Amyl- u. s. w. Alkohol immer deutlicher wird. In den höheren Termen wird dann von dem ursprünglichen Alkoholgeruch fast nichts mehr zu verspüren sein. Denselben Vorgängen begegnen wir bei den Fettsäuren. Die Ameisensäure und die Essigsäure haben den Essiggeruch. Bei der Propionsäure tritt zum ersten Male der eigentümliche Geruch hinzu, der in der Buttersäure und in der Baldriansäure in gleichem Maße mehr und mehr merklich wird, als der Essiggeruch zur selben Zeit verschwindet.

Nächst diesen Reihen weist Haycraft noch auf die homologe Reihe der essigsauren Alkylester und auf jene der Methylbenzole (Benzol, Toluol, Xylol u. s. w.), in welchen gleichfalls der ätherische und aromatische Geruch nach den höheren Termen zu immer mehr und mehr zunimmt.

Aus Haycraft's Untersuchungen ergeben sich also drei wichtige Thatsachen:

1) dass in den uns bekannten Gerüchen vorzugsweise Elemente vorkommen, welche in dem periodischen System auf regelmäßigen Distanzen gefunden werden;
2) dass der Geruch in den homologen Reihen der organischen Chemie sich allmählich ändert;
3) dass der Geruch in den homologen Reihen anfänglich von den niedrigen nach den höheren Gliedern zunimmt.

Wir könnten hier noch beifügen, dass eigentlich nur vereinzelte der L. Meyer'schen Gruppen als gerucherzeugende gelten können. Hauptsächlich sind es die fünfte, sechste und siebente Gruppe, welchen man in den riechenden Verbindungen begegnet. In der fünften Gruppe finden wir die Elemente Stickstoff, Phosphor, Vanadium, Arsen, Niobium, Antimon, Tantalium und Wismuth. Von diesen kommt der Stickstoff in vielen riechenden Cyan- und Amidverbindungen vor. Das zweite, vierte, sechste und achte Glied findet sich in einer ganzen Reihe übelriechender Verbindungen. Ich will davon nur den Phosphorwasserstoff, den Arsenwasserstoff und die Cacodylverbindungen, die Stibine und den Methylwismuth hervorheben. In der sechsten Guppe beschäftigt uns vorzugsweise der Sauerstoff. Er ist das geruchgebende Element in den zahlreichen Aldehyden, Ketonen und Laktonen, welche gerade in den Parfumerien so häufig sich vorfinden. Ferner die Elemente, worauf Haycraft bereits die Aufmerksamkeit lenkte, Schwefel, Selen und Tellur. Die siebente Gruppe kam bereits oben zur Sprache.

Im Gegensatze zu diesen fünften, sechsten und siebenten Gruppen L. Meyer's kommt in keiner anderen ein Element vor, welches in einer unzweifelhaft riechenden Verbindung angetroffen wird, ohne dass die oben erwähnten Elemente daneben vorhanden sind. Es scheint also, dass in der That das Vermögen, Riecheindrücke zu erwecken, eine Eigenschaft der genannten trivalenten, bivalenten und univalenten Elemente sei. Nur die Kohlenwasserstoffverbindungen machen eine Ausnahme; es herrscht jedoch darüber Ungewissheit, ob da nicht etwa die Oxydationsproducte als die eigentlichen Riechquellen angenommen werden müssen.

Es sind aber unbedingt nicht alle Elemente der L. Meyer'schen Gruppen als odoriphor zu betrachten. Im Gegenteile ist es sehr auffallend, dass das Vermögen, den Verbindungen Geruch zu verleihen, eine periodische Function solcher Gruppen ist. Es kommen in ihnen abwechselnd geruchgebende und nicht geruchgebende, geruchverwandte und nicht geruchverwandte Elemente vor.

Reihen und Perioden sind jedoch nicht die einzigen auffallenden Ergebnisse unserer Betrachtung. Wenn man aufzählt, welche Elemente im Sonnenspectrum dunkle Linien geben, fällt es auf, dass unter diesen Sonnen-Elementen kein einziges geruchgebend ist. Dies in Betreff der odoriphoren Elemente. Wir wollen nun den anderen Teil der Haycraft'schen Lehre, die homologen Reihen der organischen Chemie näher betrachten.

Ich habe bereits im Jahre 1890 nachgewiesen, dass man die Geruchsverwandtschaft in den homologen Reihen erst dann richtig erkennen lernen kann, wenn man gleichstarke Eindrücke untereinander vergleicht. Eigentlich ist dies derselbe Grundsatz, von welchem auch Fröhlich

ausging, als er die Riechstoffe, die er zu vergleichen beabsichtigte, pulverisierte und mit einer bestimmten Menge von Stärkemehl derartig versetzte, dass sich dadurch der Eindruck ergab, als ob man es mit Gerüchen von ungefähr derselben Intensität zu thun habe. Ich suchte dies durch die Methode der Olfactienmessungen genauer zu erreichen. Als olfactometrische und als odorimetrische Einheit wurde wieder das minimum perceptibile angenommen und auf diese Weise mit Hilfe der olfactometrischen Cylinder bequem Gerüche von 1, 2, 3, 4 u. s. w. Olfactien hergestellt, die dann untereinander auf die verschiedenen Intensitätsstufen verglichen werden konnten. Auf diese Weise erforschten wir die Haycraft'sche Homologie der Gerüche für die Fettsäurenreihe und konnten zugleich auch die Zunahme der Geruchsintentität in den höheren Termen bestätigen [1]). Die Riechkraft zeigte sich rascher zunehmend als das Moleculargewicht. Höher hinaufgehend findet man dann wieder ein Sinken und zuletzt einen Verlust der Riechkraft. Später wiederholte Jacques Passy diese Untersuchungen nach seiner Tropfmethode, welche zur Vergleichung von Lösungen den Vorzug verdient, weil sie von der mehr oder weniger schnellen Verdampfung derselben unabhängig macht, und sammelte sehr merkwürdige quantitative Resultate, in welchen sich, überraschend genug, wieder eine gewisse Periodicität darthut. Die graphische Darstellung (Fig. 24, S. 242) giebt darüber Aufschluss. An der Abscissenachse sind die Moleculargewichte der aufeinanderfolgenden Termen der homologen Reihe, an der Ordinatenachse die Concentrationen, welche den minimis perceptibilibus entsprechen, in $^1/_{1000}$ Milligrammen pro Decaliter Luft verzeichnet.

Jacques Passy stellt nun die Frage, warum die höheren Termen geruchlos seien? Dies hängt gewiss nicht mit ihrer geringeren Flüchtigkeit zusammen, denn allgemein genommen beobachtet man sogar eine Zunahme der Riechkraft der Körper, während das Verdampfungsvermögen sich vermindert. Passy nimmt vielmehr an, dass es sich hier um eine ähnliche Erscheinung wie beim Lichte handle, wofür wir, wenn wir gegen das Ultraviolett und das Infrarot kommen, unempfindlich sind, wie beim Schalle, sobald die Zahl der Schwingungen in der Secunde gewisse Grenzen überschreitet.

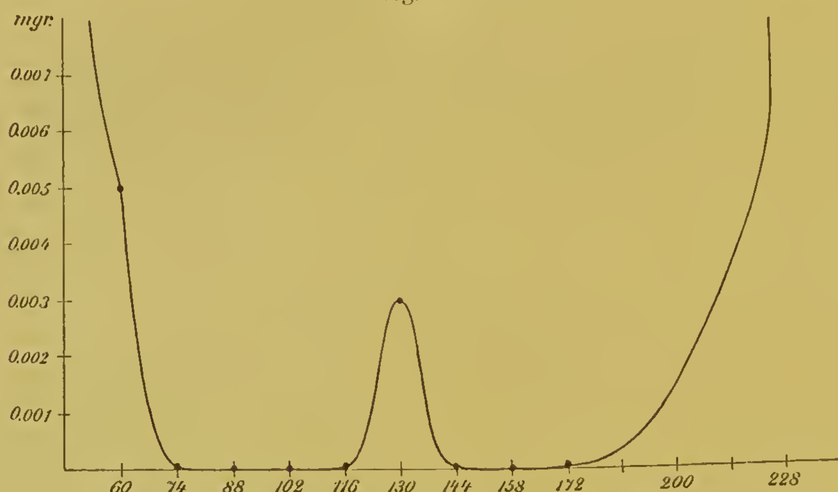
Dasselbe Phänomen kann auch in anderen Reihen beobachtet werden. In der Alkoholreihe z. B. haben der Äthyl- und der Methylalkohol einen

---

1) Zehnter internationaler medicinischer Congress in Berlin. Physiologische Abteilung. S. 43. Der Einfluss eventueller Dissociationen, wie solche in verdünnten wässerigen Lösungen auftreten, wurde vorläufig nicht in Betracht gezogen. Die Störung kann indes ansehnlich sein, denn nach Ostwald (Zeitschr. f. Physik, Chemie III. S. 591) ist in verdünnter Lösung dissociiert von Ameisensäure 2 %, von Essigsäure 0,5 %, von Propionsäure 0,4 %, von Buttersäure 0,4 %, von Valeriansäure 0,4 %.

nur sehr schwachen Geruch. Nach einer Mitteilung Bertholet's an Passy verlieren sie sogar jeden Geruch im vollständig reinen Zustande. Sie enthalten, wie man sie gewöhnlich in den Laboratorien findet, eine Spur von Aceton und bisweilen auch Methylamin. Es bleibt sogar, wenn sie davon frei sind, noch ein leichter empyreumatischer Geruch, welcher ihnen nicht zukommt. Was die anderen Glieder der Reihe angeht, fand

Fig. 23.




Die Variationen der Reizschwelle in der homologen Reihe der Fettsäuren, nach Passy.

Passy für besonders bereitete Präparate folgende Concentrierung als minimum perceptibile:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Methylalkohol | 0,001000 | Gramm | pro | Liter | Luft |
| Äthylalkohol | 0,000250 | - | - | - | - |
| Normal Propylalkohol | 0,000010—0,000005 | - | - | - | - |
| Normal Butylalkohol | 0,000001 | - | - | - | - |
| Normal Amylalkohol | | | | | |
| Linksdrehender Amylalkohol | 0,0000006 | - | - | - | - |
| Inactiver Isoamylalkohol | 0,0000001 | - | - | - | - |

Vorläufig muss man also annehmen, dass die Riechkraft mit dem Moleculargewichte zunehme. Ob sie jedoch in den allerhöchsten Termen wieder allmählich sinke, kann wegen der Unvollständigkeit der Tabelle in dieser Beziehung nicht ermittelt werden, obwohl es allerdings wahrscheinlich ist, da die bislang bekannten höchsten Termen schließlich geruchlos sind. Für dergleichen Studien kommen der Natur der Sache nach nur die normalen Alkohole in Betracht, da die Isomeren untereinander nicht allein in Intensität, sondern auch in Qualität des Geruches von einander abweichen [1]).

1) Passy, Comptes rendus. Mai 16. 1892.

Dass diese Verschiedenheit der Qualität der Gerüche nur dann richtig beurteilt werden kann, wenn man sie für die minima perceptibilia studiert, bedarf nicht nochmals einer besonderen Erwähnung. Jeder, der in diesem Gebiete experimentiert hat, ist davon überzeugt (siehe oben Fröhlich's Versuche, meine eigenen Experimente über die homologe Reihe der Fettsäuren u. s. w., u. s. w.). Überdies giebt Passy noch Beispiele von Stoffen, die in verschiedenen Verdünnungen verschiedene Geruchseindrücke hervorrufen, so z. B. der tertiäre Amylalkohol, welcher in einer Verdünnung von 0,01 mg per Liter Luft einen empyreumatischen, benzolartigen Geruch, und bei 2 mg per Liter Luft einen kampferartigen Geruch besitzt. Viele Parfums haben sogar im concentrierten Zustande einen höchst unangenehmen Geruch, während die angenehme allgemeinbekannte Geruchswahrnehmung erst bei sehr großer Verdünnung zu Stande kommt. Ob hierbei Oxydation oder Dissociation beteiligt seien, oder etwa, wie Passy vermuthet, ein Wettstreit zweier oder mehrerer Empfindungen, welche durch den zusammengesetzten Riechstoff gleichzeitig hervorgebracht werden, als Ursache betrachtet werden müsse, wage ich nicht zu entscheiden. Passy selbst hegt die Ansicht, dass nicht das ganze Molekül die Ursache der erzeugten Geruchsqualität sei, sondern vielmehr die besonderen Atomengruppen, welche es zusammensetzen. Wir werden in der Folge, wenn von den geruchgebenden Atomgruppen die Rede sein wird, uns dieser Ansicht anzuschließen haben. Vorläufig will ich jedoch zuerst unsere im vorigen Hauptstücke vorgeführte Classification vom Standpunkte der homologen Reihen betrachten und dadurch die subjective Verwandtschaft der Gerüche auf die Übereinstimmung im Chemismus zurückzuführen suchen.

Wenn man in jeder unserer Geruchsklassen die Haycraft'schen Reihen aufsucht, so zeigt sich bald, dass zuweilen die niederen Termen einer Reihe in die eine Klasse, die höheren Termen in eine andere fallen, ja sogar dass einzelne Male die Reihe durch drei Klassen sich fortsetzt. In Anbetracht dessen werden wir nicht fehlgehen, wenn wir die Nahrungsgerüche und die Zersetzungsgerüche zusammenhalten und für diese beiden großen Abteilungen fortlaufende Reihen zu bilden suchen.

## Haycraft'sche Reihen unter den Nahrungsgerüchen.

*a)* Ausschließlich auf die I. Klasse, d. h. jene der ätherischen Gerüche, beschränkte Reihen.

Ameisensaures Äthyl.
Essigsaures Äthyl.
Propionsaures Äthyl.
Buttersaures Äthyl (Ananas).

Ameisensaures Iso-Amyl.
Essigsaures Iso-Amyl (Birnöl).
Propionsaures Iso-Amyl.
Buttersaures Iso-Amyl.

Valeriansaures Äthyl.
Capronsaures Äthyl.
Önanthsaures Äthyl.
Caprylsaures Äthyl.
Pelargonsaures Äthyl (Quitte).

Valeriansaures Iso-Amyl.
Capronsaures Iso-Amyl.
Önanthsaures Iso-Amyl.
Caprylsaures Iso-Amyl.
Pelargonsaures Iso-Amyl.
Caprinsaures Iso-Amyl (Weinfuselöl).

Acrylsaures Äthyl.
Crotonsaures Äthyl.
Angelicasaures Äthyl (verschiedene Angelica-Ester im Oleum Chamomillae romanae).
Brenzterebinsaures Äthyl.
Teracrylsaures Äthyl.

———

———

———

Undecylensaures Äthyl (riecht nach Quitten).

———

———

———

Ester eines Alkohols mit 24—27 Atomen im Bienenwachs.
Dimethyläther.
Diäthyläther.
Dipropyläther u. s. w.

*β*) Von der I. in die II. Klasse fortlaufende Reihen
(aus der Klasse der ätherischen Gerüche in die der aromatischen Gerüche übergehend).

Aldehyde.

Formaldehyd.
Acetaldehyd.
Propionaldehyd (erstickend riechend).
Butylaldehyd (erstickend riechend).
Amylaldehyd (unangenehm riechend).
Capronaldehyd.
Önanthaldehyd
oder Önanthol (aromatisch).

Ketone.

Methyläthylketon.
Methylpropylketon.
Methylbutylketon.

———

Methylhexylketon.

———

———

Methylnonylketon (Oleum Rutae).

Ketone.

Dimethylketon (Aceton).
Diäthylketon.
Dipropylketon.
Dibutylketon (Valeron).
Dihexylketon (Önanthon).

γ) Auf die II. Klasse, jene der aromatischen Gerüche, beschränkte Reihen
(verwandt, aber nicht streng homolog).

Eugenol.

Anethol.

Safrol.

| | |
|---|---|
| Benzaldehyd<br>Cuminol. | Linaol.<br>Geraniol. |

δ) Von der II. in die III. oder IV. Klasse fortlaufende Reihen
(verwandte, jedoch nicht homologe Verbindungen).

| | |
|---|---|
| Nitrobenzol. | |
| | Salicylaldehyd. |
| Trinitro-Isobutyl-Toluol. | Anisaldehyd. |
| | Vanillin. |
| | Piperonal (Heliotropin). |
| | ——— |
| | Benzaldehyd.<br>Zimmtaldehyd. |

## Haycraft'sche Reihen in den Zersetzungsgerüchen.

α) Auf die V. Klasse, jene der Allylcacodylgerüche, beschränkte Reihen.

| | |
|---|---|
| Methylmercaptan. | Dimethylsulfid. |
| Äthylmercaptan u. s. w. | Diäthylsulfid u. s. w. |
| | Vinylsulfid (Allium ursinum).<br>Allylsulfid (Allium sativum) u. s. w. |
| | Methylsenföle.<br>Äthylsenföle u. s. w. |
| | Bisdimethylarsen (Dicacodyl).<br>Bisdiäthylarsen u. s. w. |

| | | |
|---|---|---|
| Trimethylamin.<br>Triäthylamin.<br>———<br>Septadecylamin (geruchlos). | Trimethylstibin.<br>Triäthylstibin u. s. w. | Methylamin.<br>Dimethylamin.<br>Trimethylamin u. s. w. |

β) Auf die VI. Klasse, jene der empyreumatischen Gerüche, beschränkte Reihen.

| | |
|---|---|
| Benzol.<br>Toluol.<br>Xylol u. s. w. | Benzol.<br>Naphthalin.<br>Anthracen u. s. w. |
| Phenol.<br>Kressol u. s. w. | Naphthol u. s. w. |
| Guajacol.<br>Creosol u. s. w. | |
| Acroleïn.<br>Methylacroleïn.<br>Dimethylcreolin (Guajol) u. s. w. | |
| Allylalkohol u. s. w. | Methylalkohol.<br>Äthylalkohol u. s. w. |

γ) Aus der VI. in die VIII. und IX. Klasse sich fortsetzende Reihen

(verwandt, jedoch nicht homolog).

| | |
|---|---|
| Pyridin.<br>Nicotin (β Dipyridin). | Indol.<br>Methylindol (Scatol). |

δ) Auf die VII. Klasse, jene der Caprylgerüche, beschränkte Reihen.

| | |
|---|---|
| Ameisensäure.<br>Essigsäure.<br>Propionsäure. | Buttersäure.<br>Valeriansäure.<br>Capronsäure. |

Obiges führt zu einem sehr auffallenden Resultat: Es giebt Reihen, welche die vier ersten unserer natürlichen Klassen verbinden, und gleichfalls andere, welche den fünf letztgenannten gemeinschaftlich sind. Zwischen den vier erstgenannten und den fünf zuletzterwähnten besteht, soweit unsere gegenwärtige Kenntnis reicht, kein Verbindungsglied. Die großen Abteilungen der Nahrungsgerüche und Zersetzungsgerüche sind daher auch chemisch weit getrennte Systeme von Gerüchen, was für die Theorie des Geruches von nicht geringer Bedeutung ist.

Nachdem wir im vorigen Hauptstücke die homologen Reihen kennen gelernt, in welchen der Geruch langsame Veränderungen und Übergänge durchmacht, wird es nun unsere Aufgabe sein, in diesen homologen Reihen und in den besonderen Gerüchen, die wir nicht in die Reihen

einordnen können (hauptsächlich weil die übrigen Termen der Reihen uns bislang unbekannt sind), den geruchgebenden Atomgruppen nachzuforschen.

Die eigentlichen Vertreter unserer ersten Geruchsklasse sind die Ester, d. i. die zusammengesetzten Äther der Fettsäurenreihe. Nebenbei kommen in unserer Klasse auch noch Aldehyde und Ketone vor, aber dies betrifft nur die niedrigen Termen dieser chemischen Reihen. Die höheren gehören zu einer anderen Klasse. Kennzeichnend für die Ester jedoch ist folgende Atomgruppe:



$$\longleftarrow C\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow O - \text{Alkyl.}\end{matrix}$$

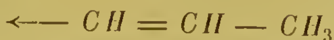
Diese Gruppe ist charakteristisch für alle Fruchtäther. Im Vergleiche damit ist der Rest der Moleküle von geringem Belange, und kommt nur zur Unterscheidung der verschiedenen Glieder dieser Klasse in Betracht. Die Ester entlehnen ihre Verwandtschaft offenbar von der verbindenden Atomengruppe, welche wir vorschlagen die »geruchgebende Atomengruppe der Ester« zu nennen [1]).

Wir begegnen in der Klasse der aromatischen Gerüche zuerst Reihen, welche auf die Unterklasse der Kampfergerüche und auf jene der Anis-Lavendelgerüche beschränkt bleiben. Unter diesen hat die Thymol-Mentholreihe das Eigentümliche, dass ein reducierter oder nicht reducierter Benzolkern mit Seitenketten versehen ist, während daneben noch die Hydroxylgruppe angehängt ist. Letztere jedoch ist für den Geruch offenbar nicht kennzeichnend, denn das Terpentinöl enthält kein Hydroxyl; es ist ein Kohlenwasserstoff und hat dennoch einen deutlich mit dem Borneol verwandten Geruch. Ebenso das Cineol (Eucalyptol), das ein Kohlenwasserstoff ist, mit Sauerstoffverbindung innerhalb des Benzolrings. Es muss also das Geruchgebende vielmehr in der Verbindung mit den Seitenketten gesucht werden. Es ist nicht notwendig, dass diese Seitenketten zu den Alkylverbindungen gehören, denn das Allylradical



$$\longleftarrow CH_2 - CH = CH_2$$

oder das isomere Propenyl



$$\longleftarrow CH = CH - CH_3$$

kann ebenso gute Dienste leisten, wie man aus dem Eugenol und dem Anethol ersieht, von denen das erstere mit dem Eucalyptol und der ganzen Kampfergruppe, das andere mit Thymol und Menthol unverkennbar geruchverwandt ist.

Die geruchgebende Atomgruppe ist hier also:



Benzolring — Seitenkette.

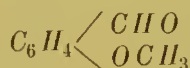
[1]) Die gewöhnlichen Äther, welche mit zu dieser Klasse gehören, zeigen eine verwandte Atomengruppe, nämlich:



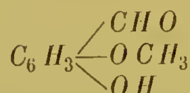
Alkyl — $O$ — Alkyl.

Das reduciert oder nicht reduciert sein des Benzolkerns und die Umsetzungen in der Seitenkette sind hier offenbar von geringem Belange, da Menthol und Thymol einerseits, Anethol und Safrol anderseits unzweifelhaft geruchsverwandt sind.

Wenn außer der Seitenkette noch einige Hydroxylgruppen an den Benzolring angeheftet sind, wird dies von verhältnismäßig geringem Einflusse sein und die Geruchsverwandtschaft nicht stören. Sobald jedoch eine Aldehydgruppe mit dem Benzolringe verbunden wird, treten ganz abweichende Verhältnisse ein. Diese Aldehydgruppe ist demnach von viel bedeutenderem Einflusse auf den Geruch als die lange Seitenkette, denn die gegenseitige Geruchsverwandtschaft der Aldehyde ist deutlicher als die zwischen den soeben erörterten Gerüchen. Überdies scheinen die Aldehyde aus allen drei Klassen, den Odores aetherici, aromatici und fragrantes, mehr oder minder übereinzustimmen, wenigstens wenn man jedesmal die höheren Termen untereinander vergleicht. Als Beispiel diene die Reihe, welche, mit dem Formylaldehyd beginnend, schließlich zum aromatisch riechenden Önanthaldehyd führt, welches man hinsichtlich des Geruches zunächst dem Salicylaldehyd stellen kann. Das Salicylaldehyd ist wieder der erste Term einer, wenngleich nicht homologen, doch chemisch übereinstimmenden Reihe, die durch das Anisaldehyd:



zum Vanillin



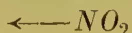
führt. Durch das Vanillin sind wir mitten in die balsamischen Gerüche gelangt.

Das Salicylaldehyd führt uns nach abwärts zum Benzaldehyd und dies wieder durch das Ausdehnen der Seitenkette unter Aufnahme einer ungesättigten Gruppe zum Zimmtaldehyd, mit dem das Cumarin (obwohl selbst kein Aldehyd, sondern ein Lacton) in Verbindung steht. Durch die Aldehydgruppe werden also mancherlei Riechstoffe, sowohl aus der ersten, zweiten als aus der dritten Klasse kennbar. Sie verwischt sogar den Unterschied zwischen den Fettkörpern und den aromatischen Verbindungen. Wir haben uns nur des Citronellons und des Geraniols zu erinnern, welche beiden Gerüche inmitten zwischen riechenden Verbindungen mit dem Benzolkern stehen.

$\leftarrow\!\!-\!\!-C\genfrac{}{}{0pt}{}{O}{\diagdown H}$ ist also eine äußerst kennzeichnende und sehr verbreitete Atomengruppe. Es ist vermutlich die wichtigste im ganzen Gebiete der Gerüche, um so mehr, weil auch die Ketone dazu gerechnet werden

können. Eine Anzahl der wichtigsten Parfums fällt dadurch unter die Herrschaft dieses Odoriphors.

Wir begegnen in der vierten Klasse noch einer Nitroverbindung, welche große Aufmerksamkeit verdient, weil ihr einer der intensivsten und meist verbreiteten aller Gerüche zukommt. Ich meine das Trinitro-Isobutyl-Toluol oder den künstlichen Moschus. Wir haben also auch im



eine geruchgebende Atomengruppe zu erkennen.

In unserer fünften Klasse kommen wir zuerst in Berührung mit Schwefel-, Selen- und Tellurverbindungen. In diesen scheinen die besagten Elemente selbst geruchgebend zu sein. Wenigstens haben alle chemischen Stoffe, in welchen Schwefel (resp. Selen und Tellur) unmittelbar an Wasserstoff oder an ein aliphatisches oder an ein aromatisches Radical gebunden vorkommen, einen »lauchartigen« Geruch. Ich zaudere daher nicht, auch

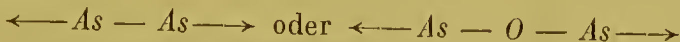


und



als geruchgebende Atomengruppen zu betrachten.

Ungefähr dieselbe Rolle spielen die Elemente Arsen, Phosphor, Stibium und Wismuth in dieser Klasse. Auch diese sind im Arsenwasserstoff u. s. w., in den Cacodylverbindungen u. s. w. deutlich geruchgebend. Die Atomengruppe



findet daher hier gleichfalls ihre Stelle.

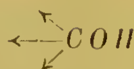
Etwas Ähnliches, wenngleich weniger entschieden, ergiebt sich auch für die Amine. Das mit Alkyl oder Wasserstoff nicht unmittelbar verbundene Stickstoffradical scheint die Ursache des Geruches zu sein.

An die Klasse der Allyl-Cacodylgerüche schließt sich eine Reihe von Riechstoffen an, in welchen die Elemente Chlor, Brom und Jod als Geruchsquellen gelten können. Ich erinnere hier nur an den Chlorwasserstoff, den Bromwasserstoff und den Jodwasserstoff. Odoriphor:



In der sechsten Klasse richtet sich unsere Aufmerksamkeit vorzüglich auf den Hydroxylzusatz, der sowohl mit dem Benzolkern, als mit der offenen Kette verbunden den eigentümlichen Phenol-Alkoholgeruch erzeugt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass er so lange vorherrscht, als er nicht durch eine gleichfalls angeheftete Seitenkette, z. B. die Aldehydgruppe, in den Hintergrund gedrängt wird.

Die Gruppe



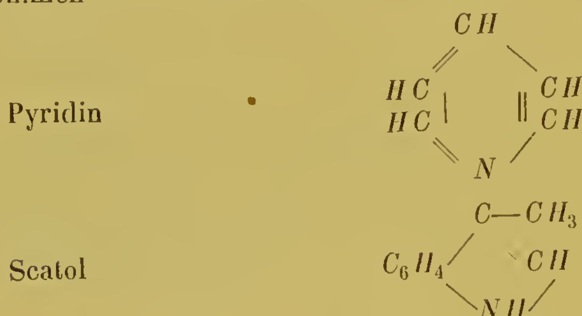

mag also geruchgebend sein, sie ist nur ein schwacher Odoriphor. Sie scheint jedoch die Esterverbindung zu überwiegen, wenigstens haben das Guajacol, der Methyläther des Brenzkatechins einen deutlichen empyreumatischen statt des Äther- oder Estercharakters.

Eine etwas stärkeren Geruch gebende Atomengruppe ist wieder die Carboxylgruppe




welche in den Fettsäuren eine so bedeutende Rolle spielt. An den Benzolkern gebunden, scheint sie nur geruchlose Verbindungen, wie Benzoesäure[1]), Salicylsäure, Vanillesäure u. s. w. zu veranlassen.

Wir finden schließlich in unseren zwei letzten Klassen eine höchst eigentümliche Atomengruppe, nämlich jene, welche im Pyridin, im Nicotin und im Scatol vorkommt. Es ist das Stickstoffatom in einen Ring aufnommen




Das weitere Studium dieser Körper verspricht eine reiche Ernte, auch hinsichtlich der Beziehungen zwischen Geruch und Chemismus. Die raschen Fortschritte der organischen Chemie werden dafür hoffentlich bald Gelegenheit bieten.

Bereits jetzt erregt es unsere Aufmerksamkeit, dass, während die Pyrrolgruppe im Scatol den so abscheulichen Gestank zu bedingen scheint, die

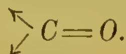



in den Carbylaminen einen äußerst unangenehmen, intensiven Geruchseindruck hervorbringt. Es ist also keineswegs unwahrscheinlich, dass gerade die Auswechselung von zwei oder mehreren Wasserstoffatomen, des Ammoniaks gegen Kohlenstoff, hier eine Rolle spiele. Es

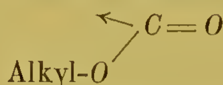
1) Über den Geruch der Benzoësäure sehe man H. Passy, Comptes rendus 26 Févr. 1894. Der verdienstvolle Forscher sucht darzuthun, dass die Benzoësäure nur im krystallinischen Zustande geruchlos ist, während dieselbe verdünnt den Geruch der benzoësauren Äther besitzen würde.

tritt dann sowohl der angenehme Geruch vieler Cyanverbindungen, als auch der Gestank der Carbylamine in ein überraschendes Licht. Wir werden zu fortgesetzten Untersuchungen in dieser Richtung lebhaft angeregt.

Fassen wir bisher Besagtes kurz zusammen, so finden wir, dass wir unter den Nahrungsgerüchen einer besonders intensiven Atomengruppe begegnen, nämlich Carbonyl gebunden an Wasserstoff oder Alkyl, also der Aldehyd-Ketongruppe:

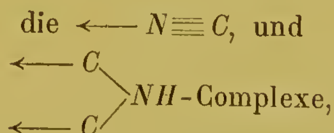



Neben dieser finden wir eine schwächere:




Esteratomengruppe.

Wir finden auch in der Abteilung der Zersetzungsgerüche sehr kräftige geruchgebende Atomengruppen, so die Schwefel- und Arsengruppen,



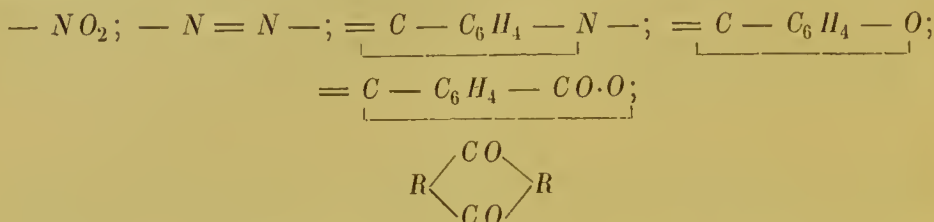

sowie in schwächerem Grade die Halogene und die Alkohol-Phenolgruppe.

Wir sind unzweifelhaft berechtigt, die erwähnten Atomengruppen geruchgebend zu nennen, aber anders verhält es sich, wenn wir sie als unmittelbare Ursachen des Gruchseindruckes betrachten wollen. Dieser Ansicht steht die Thatsache entgegen, dass Stoffe von verschiedener chemischer Constitution dieselbe Geruchsempfindung zu Stande bringen. So ist Jedermann bekannt, dass Benzaldehyd und Nitrobenzol in der Weise einander ähnlich riechen, dass es unmöglich ist, Verfälschungen von Bittermandelöl mit Mirbanöl durch den Geruch allein zu entdecken, und doch enthält der erstere dieser Stoffe die Aldehyd-Atomengruppe, der andere die Nitrogruppe als geruchgebenden Bestandteil. So wird auch der Geruch des Chinons und jener der Halogene, namentlich des Jods, für sehr übereinstimmend gehalten. Die Zusammensetzung der Moleküle ist so verschiedentlich als nur immer möglich.

Es kann also niemals eine directe Beziehung geben zwischen chemischer Constitution und Geruch; und doch werden wir hier ähnliche Verhältnisse annehmen müssen, wie wir sie für die Farben und die Absorption der Wärmestrahlen kennen.

Es ist bekannt, dass verschiedene chemische Verbindungen eine Selection für die Lichtstrahlen ausüben, indem sie je nach der Wellenlänge gewisse Strahlen durchlassen, andere absorbieren. Besonders wird

dies bei der Untersuchung der Absorptionsspectra deutlich. Dabei zeigt es sich, dass es wieder bestimmte Atomengruppen sind, die, statt alle Lichtstrahlen gleichmäßig, einige Wellenlängen mehr, andere weniger zurückhalten. Diese Atomengruppen heißen Chromophoren. Zu solchen gehören:



Ganz analoge Erscheinungen bestehen für die strahlende Wärme, wofür eine große Anzahl von Stoffen ebenso ein selectives Absorptionsvermögen besitzen. Dies kann auch dann noch der Fall sein, wenn derlei Stoffe farblos, und daher ohne irgend einen Einfluss auf das Lichtspectrum im engeren Sinne sind.

Prof. W. H. Julius in Amsterdam kommt in Betreff dessen zu folgendem Schlusse:

»Alle Verbindungen, welche ein Radical $C_n H_{2n+1}$ enthalten, haben ein sehr starkes Absorptionsband mit der Wellenlänge: $\lambda = 3{,}45\,\mu$, und ein zweites zwischen $8\,\mu$ und $9\,\mu$; bei $C_6 H_6$, $CHCl_3$ und $CHBr_3$ hingegen, wo $C$ nur an ein $H$ gebunden ist, scheint das erstgenannte Maximum ein wenig verschoben, und ist überdies viel schwächer, während in der Nähe von $8\,\mu$ und $9\,\mu$ ein Absorptionsgebiet von ganz anderer Art sich ergiebt.

Wir finden bei vier der Methanderivate ein (ziemlich schwaches) Band, dessen Wellenlänge: $\lambda = 5{,}15\,\mu$ gerade mit der eines starken Absorptionsmaximums im Spectrum des Diamants übereinstimmt.

Die drei Verbindungen, in welchen die Gruppe $C_2H_5$ (Äthylalkohol, Äther und Mercaptan) vorkommt, geben ein Maximum $\lambda = 5{,}58\,\mu$, welches nirgends anderswo angetroffen wird.

Alle untersuchten sauerstoffhaltigen Verbindungen absorbieren in Schichten von 0,2 bis 0,25 mm die Wellen von $10\,\mu$ bis $20\,\mu$ beinahe vollständig; Wasser lässt durch eine Schicht von 0,17 mm bereits bei $3\,\mu$ keine Strahlen von einiger Bedeutung mehr durch. Alle anderen Flüssigkeiten zeigen sich in diesem ganzen Gebiete mehr oder weniger diatherman; $CS_2$ ist sogar vollständig diatherman für Wellen von $10\,\mu - 20\,\mu$.

Es wäre noch einzelner merkwürdiger Coincidenzen zu erwähnen, z. B. in den Spectren von $CCl_4$; von $CH{\cdot}Cl_3$; von $SiCl_4$ und von $SiHCl_3$.

Wenn man in einer Verbindung eines der Atome durch ein Atom eines verwandten Elementes ersetzt, so dass die Structur der Verbindung nach der üblichen Vorstellung unverändert bleibt, so finden in den kennzeichnenden Schwingungsperioden merkwürdige Veränderungen statt. Dies ergiebt sich z. B. bei gegenseitiger Vergleichung der Spectren von $C_2H_5OH$ und $C_2H_5SH$; von $C\cdot Cl_4$ und $SiCl_4$; von $CH\cdot Cl_3$ und $SiHCl_3$.

Aber nicht allein die elementare Zusammensetzung, auch die Structur beherrscht den Charakter der selectiven Absorption, denn die isomeren Verbindungen Äthyläther und die beiden Butylalkohole haben jede ihr eigentümliches Spectrum, und die Kohlenwasserstoffe $C_6H_6$ und $C_4H_{14}$ zeigen ganz verschiedene Absorptionen. Dagegen besteht zwischen den Spectren unserer homologen Alkohole eine sehr merkwürdige Ähnlichkeit.

Es zeigte sich, dass das Vermögen, Strahlen von einer bestimmten Wellenlänge zu absorbieren, nicht eine rein additive Eigenschaft der Atome ist, sondern dass es einen constitutiven Charakter besitzt. Wir wollen die intramoleculären Schwingungen als eine Eigentümlichkeit des Moleküles als ein Ganzes genommen betrachten, welche natürlich zwar von der Art der es zusammensetzenden Teile, doch ebenso sehr auch von deren relativer Lagerung abhängt, und welche Schwingungen in keinem Falle ungestört nebeneinander vor sich gehende Atomenschwingungen sind.«

Wir gelangten bereits oben durch die merkwürdige Periodicität, welche sich auch hinsichtlich des Geruches aus den Mendelejeff'schen Gruppen ergiebt, durch die von Passy in der homologen Reihe der Fettsäuren für die Reizschwelle entdeckte Periodicität, durch die Feststellung der geruchgebenden Atomengruppen, wie von selbst zur Auffassung des Geruches als einer physikalischen Eigenschaft der Stoffe, welche Hypothese in noch höherem Grade durch die überraschende Analogie wahrscheinlich wird, welcher wir in letzterer Beziehung zwischen Farbe und strahlender Wärme einerseits, und dem Geruch anderseits begegnen. Beim Lichte, bei der Wärme und beim Geruche vollkommen dieselben Übereinstimmungen in den homologen Reihen, Verwandtschaft bei ähnlicher chemischer Constitution. Ist es dann gewagt, unter diesen Umständen auch beim Geruch Ätherschwingungen vorauszusetzen, deren Periode durch die intramoleculären Bewegungen der kleinsten Stoffteilchen bestimmt werden? Stoffe von demselben Geruch haben nicht dieselbe Farbe, noch umgekehrt. Ebensowenig hält die Verwandtschaft im Geruche mit dem Absorptionsvermögen für die strahlende Wärme gleichen Schritt. Es ist zwar aus Tyndall's Versuchen bekannt, dass die Riechgase viel Wärme absorbieren, doch findet dies genügende

Erklärung aus der allgemeinen Thatsache, dass es vorzüglich die zusammengesetzten Moleküle sind, welche Geruch haben. Was aber die Selection der Wärmestrahlen von verschiedener Wellenlänge betrifft, so hat diese keinen directen Zusammenhang mit dem Geruche. Darum können die Ätherschwingungen des Geruches weder mit jenen des Lichts, noch mit denen der Wärme gleichgesetzt werden. Vielleicht haben sie eine größere oder geringere Wellenlänge, z. B. eine Wellenlänge, die 20 Mikron überschreitet, oder weniger ist als 0,2 Mikron.

Wenn wir nun im Geruch eine Art von intramoleculärer Bewegung erkannt haben, so folgt daraus noch keineswegs, dass diese Bewegung im Raume in einer für unser Sinnesorgan wahrnehmbaren Weise sich verbreiten wird. Im Gegenteile, alles was wir bislang über den Geruch wissen, spricht dafür, dass diese Ätherbewegung immer an das ihre Periodicität bestimmende Molekül gebunden ist. Der Geruch ist, so weit wir es zu erforschen im Stande sind, eine Eigenschaft, welche von der Materie nicht getrennt werden kann; daher seine große Bedeutung für das Erkennen der Nahrung, der Spur, der Beute oder des Verfolgers, für das Auffinden des Geschlechts. Überall, wo ein charakteristischer Geruch sich kundgiebt, wird man auch gewiss wenigstens etwas von dem Stoffe finden, der, wie uns die Erfahrung lehrt, diesen bestimmten Geruch erzeugt. Ist das Auge das Sinnesorgan für die Entfernung, so ist das Geruchsorgan das Sinneswerkzeug für die Nähe. Unsere physikalische Auffassung verändert nichts an dieser Erfahrung und lässt ihren vollen Wert unberührt, nähert sich aber dessenungeachtet in einem gewissen Sinne der alten Anschauungsweise, welche wir im II. Hauptstücke bereits zur Sprache gebracht haben, von der wir jedoch vorläufig Abstand nahmen, damit sie die unbefangene Würdigung unserer Versuche und Beobachtungen nicht störend beeinflusse. Die Ursache, woher es rührt, dass die Ätherschwingungen des Geruchs nicht im Stande sind, sich von den Riechstoffen aus in die Umgebung zu verbreiten, bleiben natürlich dahingestellt. Dr. J. D. v. d. Plaats machte mich aufmerksam, dass hier vielleicht die Absorption durch die Luft eine Rolle spielen könnte. Licht von sehr kurzer Wellenlänge wird durch eine Luftschicht von wenigen Millimeter Dicke vollständig absorbiert (Schumann).

# XV. Die specifischen Energien des Geruches.

Bereits am Schlusse des ersten Hauptstückes haben wir es als wahrscheinlich hingestellt, dass gemäß der Entwicklung des Geruchssinnes in den Tierreihen nur solche chemische Verbindungen als Riechstoffe verwendet werden, welche verflüchtigt ein relativ hohes specifisches Gewicht haben. Damit das Insect, durch den Geruch geleitet, die honigliefernde Blüte finden könne, muss der Duft über dem Blumenbeete schwebend verweilen; damit das Tier durch den Wind das Herannahen seines Verfolgers gewahr werde, darf der Eigengeruch des beutesuchenden Feindes nicht allzuschnell emporsteigen, sondern im Gegenteile muss dieser Geruch notwendiger Weise einige Zeit lang parallel zur Erdoberfläche vom Winde mitgeführt werden können. Dieselbe Eigenschaft muss dem Geruche zukommen, welcher dem Herbivor beim Aufsuchen von Nahrungspflanzen zum Führer dient, und ebenso dem Eigengeruch der Beute, auf welche der Fleischfresser Jagd macht. In jedem dieser Fälle darf außerdem noch die Diffusion des Riechgases nicht allzurasch vor sich gehen. Denn würde eine Duftwolke sich zu schnell in der Umgebung verbreiten, so liefe das nahrungsuchende sowie das verfolgende Tier in gleicher Weise Gefahr, von der richtigen Spur abzukommen. Die Natur hat darum offenbar ihre Riechstoffe hauptsächlich unter den zusammengesetzten chemischen Verbindungen gesucht, welche in Gasform von hohem specifischen Gewichte sind, und deren Diffusion träge vor sich geht. Es darf daher nicht im geringsten befremden, dass in den homologen Reihen die niederen Termen beinahe geruchlos sind, dagegen unter den höheren Termen viele riechenden vorkommen. Aber gerade wegen des phylogenetischen Ursprunges dieses Gesetzes dürfen wir nicht erwarten, dass das Umgekehrte stattfinde und dass alle im chemischen Laboratorium dargestellten zusammengesetzten Verbindungen einen Geruch besitzen müssten. Dies würde der Fall sein, wenn der Geruch die unmittelbare Folge der Größe der Moleküle oder etwas dergleichen wäre. Wir haben jedoch gesehen, dass das Vermögen Sinnesreiz zu sein mit den intramolecularen Schwingungen zusammenhängt. Die natürliche Zuchtwahl hat sich einiger dieser Schwingungen, welche in umfangreichen Molekülen stattfinden, zu Nutze gemacht, um den tierischen Organismus mit einem Sinneswerkzeuge auszustatten, wodurch er besser als durch irgend ein anderes über die Identität der Nahrungsstoffe und über die Spur des anderen Geschlechtes aufgeklärt werden kann.

Die Annahme liegt an der Hand, dass wie bei den anderen Sinnen eine gewisse Anzahl specifischer Energien bestehe, deren Zusammenwirkung

uns in den Stand setzt, uns in der unendlichen Verschiedenheit der Gerüche zurecht zu finden. Darüber, welches diese specifischen Energien seien, wurde noch niemals eine Vermutung ausgesprochen, sowie auch Thatsachen, welche diese Frage zur Lösung bringen könnten, bislang kaum vorhanden sind. Wie gering aber auch die Ernte sein möge, kann ich mich hier dennoch nicht enthalten, bislang Bekanntes zu vereinigen, und werde daher versuchen, es im Zusammenhange zu erörtern.

Von den experimentellen Untersuchungen schienen jene Fröhlich's und Aronsohn's wichtige Ergebnisse auf diesem Gebiete zu versprechen. Beide Forscher ermüdeten ihr Sinnesorgan durch einen bestimmten Geruch und suchten dann die Gerüche aufzufinden, für welche das Sinneswerkzeug nicht weniger abgestumpft schien, als für den ursprünglich angewendeten Riechstoff. Es lag auf der Hand, dann Identität der specifischen Energien anzunehmen. Fröhlich's Versuche, obgleich sehr schön ausgedacht, weil er immer Reize von gleicher Intensität benutzte, gaben aber keine praktisch brauchbaren Ergebnisse; dagegen erhielt Aronsohn, obgleich er nicht mit gleichen Intensitäten experimentierte, einige Resultate. Es wurden z. B., wenn der Geruch durch Ermüdung für Jodtinctur vollkommen abgestumpft war, einerseits ätherische Öle, so wie auch Äther, ungeschwächt gerochen, andererseits bei Citronenöl, bei Salbei-, Muskatblüten-, Terpentin-, Bergamotten- und Nelkenöl die Geruchsintensität bereits etwas abgestumpft gefunden, während für Weingeist und Copaivabalsam vollkommene Abstumpfung erreicht ward. Ermüdete man sich umgekehrt mit Copaivabalsam, so konnte man eine Anzahl ätherischer Öle, Äther und Kampfer ungeschwächt riechen. Dagegen roch Aronsohn bei vollständiger Unempfindlichkeit für Kampfer weder Kölnisches Wasser noch Nelkenöl oder Ätherweingeist. Überraschend sogar waren die Versuche mit Schwefelammonium. Hatte man diesen Gestank so lange gerochen, bis vollkommene Abstumpfung gegen ihn eingetreten, so war die Empfindlichkeit wieder für einige ätherische Öle und Cumarin entweder ganz erhalten oder nur wenig abgeschwächt; dagegen vermochte man Schwefelwasserstoff, Chlorwasserstoff (7 Tropfen zu 50 Wasser) und ein pro Mille Brom durchaus nicht mehr wahrzunehmen. Aronsohn trägt daher auch kein Bedenken, das Schwefelammonium und den Schwefelwasserstoff, so wie die Halogene in eine und dieselbe Klasse von Gerüchen zu bringen, denen vermutlich eine und dieselbe specifische Energie zu Grunde liegt. Er formuliert sein Resultat folgendermaßen:

»Verschiedene Geruchsqualitäten afficieren verschiedene Bezirke der Geruchsnerven derart, dass eine Klasse von Riechstoffen einen Bezirk maximal erregt, einen zweiten in minderem Grade, einen dritten gar nicht erregt.«

Ich beeilte mich, derartige Versuche bei der toxischen Anosmie, wie sie nach Anwendung von Cocaïn entsteht, und an mit nervöser Anosmie behafteten Kranken anzustellen. So fanden wir z. B. in einem Augenblicke, als die Riechschärfe durch Cocaïn auf $^1/_{15}$ abgestumpft war, die drei Aronsohn'schen Kategorien in dieser Weise:

| I. Ungeschwächte Geruchs-intensität | II. Abgeschwächte Geruchs-intensität | III. Geruchlosigkeit |
|---|---|---|
| Kampfer<br>Muskatnussöl<br>Römisches Kamillenöl<br>Lavendelöl<br>Lorbeeröl. | Thymianöl<br>Tinctura nucis toncae<br>Eucalyptusöl<br>Rautenöl<br>Pfefferminzöl<br>Oleum spicae<br>Baldrianöl. | Nelkenöl<br>Anisöl<br>Menthol<br>Oleum hyssop.<br>Rosmarinöl<br>Asa foetida. |

Die Riechstoffe wurden hier in concentriertem Zustande in den kleinen Fläschchen, in welchen sie aufbewahrt wurden, dem Patienten vorgehalten. In Folge dessen lässt sich leider ebenso wenig als bei den Versuchen Aronsohn's der Einwand umgehen, dass Intensitätsunterschiede hier vielleicht das Resultat am meisten beherrschen. Etwas weniger zweideutig schienen die Ergebnisse des Versuches in einem Falle von jahrelang bestehender postdiphtheritischer Anosmie, in welchem jedoch nach Einblasen von 6 mg Strychnin eine schwache Geruchswahrnehmung beobachtet wurde. Hier fand ich die folgenden Aronsohn'schen Reihen:

| I. Ungeschwächte Geruchs-intensität | II. Abgeschwächte Geruchs-intensität | III. Geruchlosigkeit |
|---|---|---|
| Brennende Streichhölzchen (schwedische). | Thymianöl<br>Anisöl<br>Nelkenöl<br>Eucalyptusöl<br>Ylang-Ylang. | Kampfer<br>Oleum Spicae<br>Rosmarinöl<br>Rautenöl. |

In einem Falle von nach Influenza aufgetretener Anosmie suchte ich die subjectiven Übereinstimmungen kaum noch riechbarer Riechstoffe zu ermitteln. Cumarin und Benzoë z. B. schienen dieselbe Qualität zu besitzen, welche als süßlich beschrieben und von jener des Moschus unterschieden wird. Anisöl, Muskatnussöl, Oleum spicae, Eucalyptusöl und

römisches Kamillenöl erzeugen eine unbestimmte Empfindung, welche mit den subjectiven Geruchsempfindungen der Patienten übereinstimmt. Xylol, Nitrobenzol und Senfspiritus sollen untereinander übereinstimmen und außerdem dem Allylsulfid im Verhältnisse von 1 : 500 überraschend ähnlich sein.

Versuche wie die eben angeführten werden unzweifelhaft, wenn man durch eine große Anzahl von Beobachtungen die aus der Subjectivität entspringenden Fehler auszuscheiden weiß, wertvolle Ergebnisse liefern. Dies wird am ehesten der Fall sein, wenn man immer Reize von derselben Intensität anwendet und überdies systematisch zu Werke geht. Das erstere kann ohne Schwierigkeit geschehen, wenn man poröse Cylinder in Riechstofflösungen von bekannter Stärke tränkt und diese so wählt, dass sie beiläufig zehnmal stärker sind als die Concentrationen, welche bei einer Cylinderlänge von 1 cm das normale minimum perceptibile verschaffen. Die Untersuchung wird leicht systematisch ausgeführt werden können, wenn man aus jeder unserer neun Klassen einige charakteristische Repräsentanten wählt und mit diesen die Riechproben an den Patienten anstellt. Besonders solche Kliniker, welche über ein großes neurologisches Material verfügen, werden durch derartige Nachforschungen im Stande sein, der Physiologie wichtige Dienste zu leisten.

Aus den wenigen Angaben, welche uns bislang zu Gebote stehen, folgt, obgleich wenig, jedenfalls etwas. So Aronsohn's Entdeckung, dass Schwefelammonium, Schwefelwasserstoff, Bromwasserstoff und Jodwasserstoff denselben Energien zu entsprechen scheinen. Ganz übereinstimmend hiermit beschreibt ein neuerer Autor, Onodi, einen Fall von Parosmie nach Influenza, in welchem der Kranke, ein Arzt, abwechselnd Schellack, Schwefel, Knoblauch und Leichengeruch zu riechen wähnte. Die Namensbezeichnung bei subjectiven Wahrnehmungen bedeutet allerdings nicht viel, da sehr auseinander laufende Erinnerungsassociationen mit derselben unbestimmten Empfindung zusammenhängen können. Es folgt jedoch jedenfalls aus Onodi's Beobachtung, dass ein Eindruck stattgefunden haben musste, welcher in groben Zügen der Aronsohnschen Schwefel-Brom-Energie entspricht. Für die Selbständigkeit dieser Gruppen von Qualitäten spricht auch eine alte Beobachtung von J. Benoit Gründel[1]) bezüglich einer Person, welche für keinen einzigen andern Geruch empfänglich war, als für den von faulem Kohl und Düngerstoffen.

Unter die Gerüche, für welche in den Versuchen Aronsohn's bei Abstumpfung der Schwefel-Brom-Energie der Geruch vollkommen intact blieb, gehört jener der Vanille. Dieser Riechstoff muss also einer ganz

1) Citiert nach Cloquet, l. c. S. 132.

anderen Energie entsprechen. Und es giebt in der That Leute, denen ausschließlich das Riechvermögen für Vanille fehlt, die aber für alle anderen Gerüche empfänglich sind. Cloquet[1]), Mackenzie und Reuter berichten derlei Fälle. Ich selbst hatte Gelegenheit, in der Poliklinik für Nervenkranke von Professor C. Winkler in Utrecht einen Tabiker zu beobachten, der, olfactometrisch untersucht, für alle Gerüche, das Benzoëharz ausgenommen, eine normale Riechschärfe besaß. Dieser Stoff, dessen Geruch bekanntlich jenem der Vanille sehr verwandt ist, wurde bei einer Cylinderlänge von 10 cm kaum wahrgenommen. In diesem Falle aber wurde Moschus ausgezeichnet gerochen. Und kein Wunder, denn auch dies muss einer selbständigen Energie entsprechen, denn in derselben Klinik untersuchten wir eine Hysterische, welche links vollständige Anosmie, rechts ein vermindertes Riechvermögen zeigte. Sie konnte Moschus durchaus nicht, dagegen Benzoë besser als alles Andere riechen.

Von anderen vorkommenden Geruchsdefecten verdient noch jener für Reseda unsere Aufmerksamkeit. Niemand Geringerem als Johannes Müller mangelte die Empfindung für diesen Geruch[2]).

Ähnlich verhält es sich mit dem Veilchengeruch, welcher einem Kranken Mackenzie's einen phosphorartigen Eindruck machte. Vielleicht dass wir in diesem Reseda-Iris-Veilchengeruch wieder eine unserer Geruchsqualitäten finden dürften.

Die partiellen Anosmien, die Geruchsdefecte, sind der Natur der Sache nach von größter Bedeutung für die Lehre von den specifischen Energien. Es ist zu bedauern, dass sie bislang so selten zur Beobachtung kamen.

Eine mehr untergeordnete Rolle spielen die Parosmien, das Auftreten von subjectiven Geruchswahrnehmungen ohne objectives Substrat, aus der bereits vorher erwähnten Ursache, der Verbindung auseinanderlaufender Erinnerungen mit einer und derselben Geruchsempfindung. Indessen kommen unter den mitgeteilten Beobachtungen einzelne Qualitäten so vielfach vor, dass man nicht umhin kann, ihnen einigen Wert beizulegen. So der brandige Geruch, worüber eine Anzahl von Kranken, die an Geruchshallucinationen leiden, klagen. Es ist merkwürdig, dass in dem oben berichteten Falle von postdiphtheritischer Anosmie der Ge-

---

1) »Je connais quelqu'un pour qui la Vanille est inodore et insipide; cette même personne flaire avec plaisir la fleur de l'Héliotrope du Pérou, dont l'odeur est vanillée.« (Ich kenne Jemanden, für den Vanille geruchlos und fade ist. Dieselbe Person riecht mit Gefallen die Blüte des Peruvianischen Heliotrops, dessen Geruch vanilleähnlich ist.) Cloquet, l. c. S. 132.

2) Bereits Blumenbach hatte solche Fälle beobachtet, u. a. bei einem Engländer, welcher ein in jeder Hinsicht vortreffliches Riechvermögen besaß, jedoch den Resedageruch nicht wahrnehmen konnte. Citiert nach Cloquet, l. c. S. 132.

ruch eines brennenden Streichhölzchens der einzige Riecheindruck war, der jederzeit in voller Schärfe von dem Kranken wahrgenommen werden konnte. Auch der Fäcalgestank bildet eine subjective Wahrnehmung, welche viele Kranke anhaltend belästigt. Es ist nicht unwichtig dabei, zu wissen, dass vorzüglich während des Einatmens und Aufschnüffelns in dem Augenblicke des Eindringens der Luft in die Nasenhöhle solche Hallucinationen besonders stark sich einstellen. Dadurch wird die Illusion noch mehr erhöht und der Kranke in dem Wahne erhalten, dass irgendwo in der Umgebung Fäcalmassen sich befänden. Gleichwohl bleibt bei solchen subjectiven Gerüchen die Möglichkeit offen, dass es schließlich der Atem des Kranken selbst oder vielleicht das Blut sei, welche den Riechstoff, der durch Resorption aus dem Darmcanal oder durch Stoffwechselstörungen angehäuft wurde, mitführen, wodurch das Sinnesorgan gereizt wird. Diese Möglichkeit wurde besonders von Ludwig hervorgehoben. Doch gilt eine solche Erklärung in der Regel nicht für pathologische Fälle. Ich hatte wiederholt Gelegenheit, mich zu überzeugen, dass bei Geruchshallucinationen eine vollkommene Anosmie bestand, u. a. gegen denselben Geruch, der subjectiv wahrgenommen wurde, wie z. B. gegen Fäcalgestank. Wir besitzen im indischen Stinkholz einen genauen und leicht aufzubewahrenden Vertreter dieses Geruches, mittels dessen wir in den Stand gesetzt werden, die Kranken mühelos in dieser Beziehung auf die Probe zu stellen. Auch das Eintreten der Wahrnehmung gerade während des Einatmens stimmt nicht mit der Erklärung durch Darmresorption und der nachfolgenden Ausatmung überein. Umgekehrt werden wirkliche Resorptionsgerüche gerade von den Kranken selbst nicht wahrgenommen, wie z. B. der Foetor ex ore, der Acetongeruch u. s. w. Die Erscheinung der Parosmie muss daher eine wirkliche Nervenreizung zur Ursache haben und dürfte demnach dem Studium der specifischen Energien mehr oder weniger förderlich sein.

Es würde diesem Gedankengang ganz angemessen sein, auch die Nachgerüche für die Lehre von den specifischen Energien zu verwenden. Gleichwohl würde selbst in dem Falle, dass man durch zweckmäßig getroffene Vorkehr das Anhaften des benutzten Geruches an den Kleidern, Händen und Haaren verhindert hätte, noch immer die Möglichkeit bleiben, dass im Inhalte der Nasen- und Nebenhöhlen Riechpartikelchen zurückgehalten wurden. Es ist vorläufig nicht abzusehen, auf welche Weise man diese Complicationen beseitigen könne. Es würde uns hierfür nur ein negatives Nachbild dienlich sein können.

Auch die Contrastwirkungen können nur in beschränktem Maße nützlich sein. Das Einzige, worauf man schließen kann, ist dieses, dass die Gerüche, welche als Contrastgerüche sich geltend machen, zu verschie-

denen Energien gehören, oder wenn es zusammengesetzte Gerüche betrifft, dass verschiedene Energien in denselben vorwiegen. Als Contrastgerüche führt Linné [1]) den Cloakengeruch und Moschus an. Käse und Bordeauxwein, haut goût und Burgunder sind einander offenbar ebenfalls entgegengesetzt.

Wiederholen wir das allgemeine Resultat, dann wären also in kurzer Zusammenfassung

Reseda-Vanille,
Schwefel-Bromgerüche,
brandige Gerüche,
Fäcalgestänke

die Qualitäten, wovon die pathologische Literatur Beispiele von partiellen Geruchsdefecten oder von Parosmien mitzuteilen vermag.

Es ist nun höchst zufällig, dass hierdurch gerade vier unserer neun Geruchsklassen vertreten sind. Dieses Zusammentreffen wird noch um so merkwürdiger, wenn wir erwägen, dass mit Rücksicht auf die Haycraft'schen Reihen vom theoretischen Standpunkte aus vielleicht unsere drei ersten Klassen zusammengefasst werden müssen. Dann fehlen sogar nur noch zwei Klassen, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

| Geruchsklassen | In der Pathologie gefunden als partielle Defecte oder als Parosmien |
|---|---|
| Die drei ersten Klassen der Nahrungsgerüche . . . . . . . . | Reseda-Vanille-Defecte |
| Amberartige Gerüche . . . . . | Moschus-Parosmie |
| Allyl-Cacodyl-Gerüche . . . . . | Charakteristische Ermüdungs-Anosmie<br>Vielfache Parosmie |
| Brenzliche Gerüche . . . . . . . | Vielfache Parosmie |
| Caprylgerüche . . . . . . . . . | Noch unbekannt in der Pathologie |
| Widerliche Gerüche . . . . . | Noch unbekannt in der Pathologie |
| Ekelhafte Gerüche . . . . . . . | Vielfache Parosmie |

Was ist natürlicher, als die obengenannten Defecte und Parosmien als hypothetische Energien anzusehen? Ja sogar drängt uns alles, noch einen Schritt weiter zu gehen und so viele Energien zu denken, als es Geruchsklassen giebt, indem wir jede Energie als den Prototypus einer Klasse auffassen. Nur wollen wir uns dabei vergegenwärtigen, dass das Linné'sche System einer Abänderung bedarf, in dem Sinne, dass wir in der ersten Klasse bloß die Ester, in der zweiten die Terpene und in der dritten die Aldehyde unterbringen, denn nur in dieser Weise werden

1) Linné, l. c. p. 197.

wir dem Principe der Odoriphoren gerecht. Dann aber tritt uns zunächst die Frage entgegen, in welcher Weise die Energien über die Riechschleimhaut verteilt seien. Sind sie überall über die ganze Oberfläche derselben verbeitetet, oder dürfen wir etwa annehmen, dass sie in Zonen angehäuft sind? Die letztere Voraussetzung wäre wohl gewiss das einfachste und es daher unsere Aufgabe, die Hypothese in dieser Richtung weiter zu verfolgen. Die Reihenfolge der Linné'schen Geruchsklassen ist die altherkömmliche. Nur die brenzlichen Gerüche wurden eingeschoben. Doch sowohl im ursprünglichen als in dem vervollständigten System ging dieselbe aus der allgemein anerkannten Verwandtschaft einzelner Gerüche hervor, welche gewissermaßen den Übergang aus einer Klasse in die nächstfolgende bilden.

Wir brauchen nicht besonders zu betonen, dass wir diese sorgfältig gewählte, historisch entstandene Reihenfolge auch für unsere Zonen beizubehalten haben. Es steht unserer Vorstellung jedoch frei, wie wir ferner die Zonen ordnen wollen, ob von vorn nach hinten, oder von hinten nach vorn, ob in horizontaler oder verticaler Richtung. Welche Rangordnung wir aber wählen, die einmal angefangene Folge darf nicht unterbrochen oder geändert werden.

Unter den, bei dieser Einschränkung denkbaren Anordnungen ist die horizontale wohl die am meisten vor der Hand liegende, weil die Zonenreihe dann vom Atemstrom gleichmäßig durchlaufen wird. Sonst würde es von der Art und Weise des Atmens abhängen, ob einer Zone mehr, einer anderen weniger vom Reize zugeführt werde, und dies ist erfahrungsgemäß nicht der Fall, weil die Tiefe des Atmens und die Intensität des Schnüffelns die Qualität des Geruches nicht im geringsten beeinflusst. Nun, wenn man gezwungen ist, sich eine horizontale Ordnung zu denken, hat man nur noch die Wahl zwischen der Richtung von vorn nach hinten und der von hinten nach vorn. Es liegt kein Grund vor, die eine oder die andere zu bevorzugen, und wir wollen unsere weiteren Ausführungen daher so gestalten, dass sie sich mit beiden Vorstellungen vertragen. Im Texte halten wir uns aber an die Lagerung der Zonen in der Linné'schen Reihenfolge von vorn nach hinten, weil dadurch die odores nauseosi, die ekelhaften Gerüche, die letzte der Linné'schen Geruchsklassen, in der Nachbarschaft des Pharynx localisiert werden. Bis zu gewisser Höhe wird es dadurch begreiflich, dass bei einem einigermaßen starken Reize ein Brechreflex damit in Verbindung tritt. Durch die einfache Annahme einer Irradiation auf die sensiblen Nerven des Pharynx wird die Erscheinung ohne alle Zuhilfenahme psychischer Zwischenglieder verständlich. Linné reiht unmittelbar vor der Klasse der Erbrechen erregenden Gerüche die

odores tetri oder widerlichen, abstoßenden Gerüche[1]) ein, von welchen wir ebenso wissen, dass sie von einem sehr starken Reflex, und zwar dem Atmungsreflex, wovon bereits früher die Rede war, begleitet sind. Da die Pathologie der letzteren Jahre lehrte, dass die hinteren Abteilungen der Nasenmuscheln jene Stellen sind, von welchen aus besonders leicht Atmungsstörungen, nämlich Husten und Bronchialkrämpfe ausgelöst werden können, erscheint uns die Localisation der widerlichen Gerüche in diese Gegend, unmittelbar an die Zone der erbrechenerregenden Gerüche anschließend, geradezu natürlich. Auch dann werden wir den Reflex wieder durch einfache Irradiation auf die benachbarten sensiblen Nervenenden zu erklären im Stande sein.

Die genannte Strecke der Atmungsschleimhaut bildet einen Teil des sogenannten »Schwellkörpers« der Nasenhöhle, welcher bekanntlich in einer gewissen Wechselwirkung mit der Blutfülle der Geschlechtsorgane steht. Das cavernöse Gewebe der Nase nimmt beim Weibe zuweilen kurz vor der Menstruation, bei neurasthenischen Männern durch wiederholte geschlechtliche Reize, bedeutend an Umfang zu. Es sind vorzüglich die untern Muscheln, welche dann anschwellen, und den Atmungsweg ganz oder teilweise verschließen. Vielleicht, dass diese Erscheinung in irgend einem Connex steht mit den Beziehungen zwischen Geruch und Sexualität, welche durch die ganze Tierreihe bemerkbar sind. Es wäre nicht unmöglich, dass der Überfüllung der Schwellkörper eine Schrumpfung derselben vorangeht, welche eine sehr erwünschte zeitweilige Hyperosmie während des sexuellen Excitationsstadiums bedingt.

Es dürfte zwar von einem oder dem anderen unserer Leser die Einwendung erhoben werden, dass — selbst wenn alles oben Bemerkte zugegeben würde — dann beim Menschen noch keine nennenswerte Relation zwischen Geruch und Sexualität zu bestehen braucht. Es wäre z. B. möglich, dass die größere Bedeutung, die das Gesicht und das Gehör für unsere Psyche im allgemeinen erlangt haben, auf unsere geschlechtlichen Vorstellungen derart zurückgewirkt hat, dass wir diese vorzugsweise mit Gesichts- und Gehörsvorstellungen in Verbindung bringen. Gleichwohl sprechen ausgezeichnete Beobachter, wie z. B. Zola[2]) von einem »Odeur de femme«, einem »Odeur d'homme«. Auch die Psychiatrie bringt Beiträge in dieser Richtung[3]). Endlich berichten ältere

1) Odeurs repoussantes Cloquet.

2) Im allgemeinen hält Zola offenbar eine Beschreibung nicht für vollständig, wenn nicht der Geruch der Person, des Gemaches, des Gartens u. s. w. genau angegeben ist. Diese Gerüche erfüllen eine Rolle in der dramatischen Handlung, ihr Einfluss auf die Triebe und Passionen wird sogar sehr groß erachtet. (L. Bernard, Les odeurs dans les romans de Zola. Montpellier 1889.)

3) M. Nordau, Entartung. 2. Auflage. Berlin 1893. (2) S. 449 z. B. sieht es als

Schriftsteller, namentlich Cloquet, Beispiele, aus welchen sich ergiebt, dass eine Gedankenreihe, die bislang von allen geschlechtlichen Aufwallungen frei geblieben, durch Hinzutritt einer Geruchswahrnehmung plötzlich in eine sexuale Bahn geleitet werden kann [1]).

Der Geruch scheint also auch beim Menschen wenigstens ursprünglich die eigentliche Triebfeder der Sexualität gewesen, jedoch mit dem Geschlechtsleben selbst durch den Fortschritt der höheren geistigen Entwickelung in den Hintergrund gedrängt zu sein. Es ist nun eine ungemein glückliche Zufälligkeit, dass es möglich scheint, uns die Caprylgerüche, welche im Geschlechtsleben der Säugetiere eine so wichtige Rolle spielen, über den Schwellkörpern localisicrt zu denken. Beim Abschwellen des Schwellgewebes entsteht reichlicher Zutritt der Atemluft gerade zu dieser Gegend der Sinnesschleimhaut und dadurch Hyperosmie für bestimmte Caprylgerüche. Beim Anschwellen der tela cavernosa findet fast vollkommener Abschluss derselben Gegend statt und in Folge dessen relative Anosmie für die nämlichen Gerüche, sodass die Caprylsäuren sogar angenehm empfunden werden.

Auch die Moschusgerüche, obwohl Nahrungsgerüche (bei einer Menge von Pflanzenfressern und Insekten), haben bei einer Anzahl von Tieren eine sexuelle Rolle zu erfüllen. Sie schließen sich an die sexuellen Caprylgerüche an und finden vor diesen Platz.

Wir begegnen unter den aromatischen Gerüchen vielen, welche von starken sensiblen Nebenwirkungen begleitet sind. Es vereinfacht deswegen ungemein unsere Vorstellung, wenn wir dieselben in der vorderen Abteilung der Nasenhöhle localisieren können. Solche sensiblen Nebenwirkungen rufen nämlich bei einigermaßen kräftiger Einwirkung einen Niesreflex hervor, und es wird allgemein angenommen, dass dieser Niesreflex am sichersten und stärksten von den Vorderrändern der Nasenmuscheln und von dem Vestibulum nasi ausgehen. Sandmann nimmt sogar an, dass eigentlich nur die Verästelung des Nervus ethmoidalis (des ersten Trigeminusastes) als Niesnerv fungiere. Indem wir durch unsere

---

einen atavistischen Zug an. Das Vorwiegen des Geruchssinnes und dessen Beziehung zum Geschlechtsleben fällt bei vielen Entarteten auf. Düfte gewinnen auch in ihren Werken eine hervorragende Bedeutung. Tolstoi lässt (in »Krieg und Frieden«) den Grafen Pierre plötzlich den Entschluss fassen, die Prinzessin Helene zu heiraten, als er auf dem Balle ihren Duft roch.

1) Doch soll hiermit keineswegs gesagt sein, dass die von den Menschen benutzten Riechstoffe im allgemeinen mit ihrer Sexualität in Zusammenhang stünden. Es ist im Gegenteile sogar wahrscheinlich, dass die meisten Parfums zur Verhüllung des Eigengeruches der Geschlechter dienen. Daher werden Frauen, die während der Menstruation einen sehr starken Geruch verbreiten, häufig nur dadurch veranlasst, sich zu parfumieren. Die Civilisation erheischt nun einmal, dass Alles, was mit dem Geschlechtsleben in Beziehung steht, soviel als möglich verborgen gehalten werde,

Hypothese veranlasst werden, die Energien für unsere drei ersten Geruchsklassen in die vordere Abteilung der Regio olfactoria zu verlegen, haben wir zugleich den Vorteil, den olfactiven Reiz und den eigentümlichen Kitzel der sensiblen Nerven, welche für die besagten Riechstoffe kennzeichnend sind, auch anatomisch in der Nähe von einander denken zu können. Diese Vereinfachung der Vorstellung wird aufgegeben werden müssen, wenn wir in der Riechschleimhaut die Linné'schen Klassen in ihrer umgekehrten Reihenfolge ordnen. Obgleich mit Rücksicht auf den Ursprung unserer Hypothese nicht notwendig, ist diese Annahme also aus äußeren Rücksichten erwünscht. Die ganze Localisierung wird dadurch ungemein klar und ansprechend. Denn die drei Eigenschaften, mit Hülfe deren das Tier seine Nahrung erhascht, findet man dann in schönem Regelmaße geordnet. Am Eingange der Nase die sensiblen Nervenendigungen, welche der reizenden, stechenden Wirkung der gasförmigen Nahrungsbestandteile ausgesetzt sind. Dann die olfactiven Sensationen, vorn die, welche vereint mit reizenden Empfindungen vorkommen, hinten jene, welchen sich Ekel zugesellt. Noch mehr nach hinten die Geschmacksnerven. Durch die Zusammenwirkung dieser drei Arten von Sinnesnerven ist die Erkennung der Nahrung gesichert. Beim Menschen sind, wie schon früher bemerkt, diese drei Sinne so ziemlich gleichmäßig entwickelt. Bei den Osmatikern ist der Geruch der bei weitem vollkommenste Sinn. Wir wiederholen es hier aber noch einmal, dass die Beziehungen der Zonenlocalisation zu den drei von der Nase aus auslösbaren Reflexe: Erbrechen, Einhalten des Atems, Niesen und die Beziehungen zu der sexuellen Hyperämie der Corpora cavernosa nasalia nur ein Ornament, nicht ein wesentlicher Bestandteil unserer Hypothese sind. Dieselbe fordert nur, den Klassen Linné's mehr oder weniger entsprechend, die Energienzonen in altherkömmlicher Reihenfolge geordnet. Alles andere kann man deswegen fallen lassen, wenn man nur diesen Kern bewahrt.

Es ist nun die Frage, ob aus der Annahme einiger weniger specifischer Energien die große Verschiedenheit der in der Natur verbreiteten Gerüche genügend erklärt werden könne?

Es giebt unzweifelhaft Mischgerüche. Die Parfumerieindustrie liefert dafür zahlreiche Beispiele, auch können durch derartige Gemenge Gerüche dargestellt werden, welche den in der Natur vorfindlichen Gerüchen so vollkommen gleichen, dass wir geneigt sind, sie für einfache zu halten.

Mischgerüche, welche die natürlichen Blumendüfte vollkommen nachahmen[1]).

Dianthus caryophyllus (Gartennelke)
Rosen
Orangenblüten
Akazie
Vanille
Gewürznelke.

Syringa vulgaris (Flieder)
Polianthes tuberosa
Orangenblüten
Mandelöl
Zibeth.

Lonicera caprifolium (Geisblatt)
Rosen
Tuberose
Viola odorata
Vanille
Tolu
Mandelöl
Orangenblüten.

Viola odorata (wohlriechendes Veilchen)
Akazie
Rosen
Iris florentina
Tuberose
Mandel.

Lilie
Tuberose
Jasmin
Orangenblüten
Vanille
Akazie
Rosen
Mandelöl.

Narcissus Jonquilla (Jonquille)
Jasmin
Tuberose
Orangenblüten
Vanille.

Heliotrop
Vanille
Rosen
Orangenblüten
Amber
Mandel.

Magnolia sp.
Orangenblüten
Rosen
Tuberose
Wohlriechendes Veilchen
Citrone
Mandelöl.

Theerose
Rosen
Pelargonium odoratissimum
Orangenblüten
Iris florentina.

Cheiranthus Cheiri (Lackviole)
Orangenblüten
Vanille
Rosen
Mandel
Iris florentina
Acacia Farnesiana.

Lathyrus odoratus (wohlriechende Platterbse)
Tuberose
Orangenblüten
Rosen
Vanille.

1) Entlehnt aus Handbüchern für Parfumerien. Die unter den gesperrt gedruckten Pflanzennamen aufgeführten Gruppen von Parfums ergeben, in bestimmten Gewichtsmengen vereinigt, den Geruch dieser Pflanzen.

| | |
|---|---|
| Volkameria (Clerodendron) inermis (Loosbaum) | Jasmin |
| Wohlriechendes Veilchen | Rosen |
| Tuberose | Moschus |
| | Bergamott. |

Experimentelle Mischungsgerüche nach Aronsohn.

| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
|---|---|---|---|---|
| Wachholderbeerenöl | Bergamott | Bergamott | Jodtinctur | Bergamott |
| Ol. Carvi | Citronenöl | Citronen | Pimpinellenöl | Pommeranzenschalen |
| | Lavendelöl | Lavendel | | |
| | Pommeranzenschalen | Citronen | | |

Nächst der Möglichkeit der Mischung sind auch der Wettstreit und die Compensation der Gerüche zu berücksichtigen. Soweit ich Gelegenheit zur Beobachtung dieser Erscheinung hatte, scheint die Anzahl der sich gegenseitig aufhebenden Gerüche fast eben so groß als die jener, welche sich unter einander mengen lassen.

Aus der Pharmaceutik und dem täglichen Leben bekannte Compensationen[1].

| | |
|---|---|
| Moschus — Mandeln | Foetor ex ore — Iris florentina |
| Jodoform — Tonkabohnen | Ozaena — Theer |
| Ricinusöl — Zimmt — Vanille | Foetor stercoralis — Theer — Terpentin — Citronenöl |
| Naphta — Bergamott | Tabakspfeife — Mentha. |
| Leberthran — Kreosot | |

Aus der Physiologie bekannte Compensationen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Äther — Tolu | Valentin | Kampfer — Kölnisches Wasser | Aronsohn |
| Kampfer — Knoblauch | Aronsohn | Kampfer — Petroleum | - |
| Kampfer — Wachholderbeeren | - | Kampfer — Citronen | - |

1) Auch in Bouquets sind Compensationen sehr gewöhnlich. Dadurch wird einem zu starken Parfum vorgebeugt. Wie mich ein befreundeter Blumengärtner versicherte, mischt man oft in Brautbouquets Gardenia (ein aromatisch zimmtähnlicher Geruch) mit Orangeblüten (rein balsamischer Duft). Die ungemein stark riechende Orchidee Stanhopia (ein schwer zu beschreibender Geruch, welcher gleichzeitig an Vanille und an Moschus erinnert), wovon eine einzige Blume für sich allein schon im Stande ist, ein ganzes Gemach zu parfumioren, kann man ohne Kritik zu befürchten in einem Bouquet verwerten, wenn man Heliotropen und Rosen in genügender Menge hinzufügt.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cederholz — Kautschuk | Zwaardemaker | Paraffin — Wachs | Zwaardemaker |
| Benzoë — Kautschuk | - | Kautschuk — Juchtenleder | - |
| Benzoë — Asa foetida | - | Kautschuk — Palissanderholz | - |
| Paraffin — Kautschuk | - | Kautschuk — Äther | - |
| Kautschuk — Wachs | - | Ammoniak — Essigsäure | - |
| Kautschuk — Tolu | - | | |
| Wachs — Tolu | - | | |

Da die Compensation eine so wichtige Rolle auf dem Gebiete der Gerüche zu spielen scheint, kann uns die Annahme einzelner weniger Energien kaum genügen. Hierzu kommt noch, dass die Verschiedenheit der Gerüche viel größer als jene der Farben ist. Das Verhalten erinnert an jenes der Klänge, deren Verschiedenheit gleichfalls unbegrenzt ist. Müssen wir also etwa nebst den besonderen Energien, wie die geruchgebenden Atomgruppen es vermuten lassen, auch eine skalenbildende Schattierung der Gerüche annehmen? Die Geruchsverwandtschaft in homologen Reihen, in welchen die Geruchsqualität langsam und allmählich sich verändert, macht eine solche Auffassung in hohem Grade wahrscheinlich, denn jede Gruppe der homologen Reihen bildet ebensowohl eine Skale wie die Tonleiter. Dieser Vergleich ist keineswegs neu. Der englische Parfumeur Piesse entwarf bereits im Jahre 1877 eine chromatische Tonleiter von $6^1/_2$ Octaven, in welche er die bekanntesten Parfums ordnete. Auch in dieser Skale fanden die Übergänge sehr allmählich statt, so unterscheiden sich z. B. die Rose und das Pelargonium odoratissimum um $^1/_2$ Ton. Überdies waren die harmonischen Stellen auch wirklich von Gerüchen vertreten, welche sich ausgezeichnet mit einander vermischen lassen. So liegen der Vanille-, der Heliotrop- und der Mandelgeruch jedesmal zwei Octaven auseinander. Dennoch gründete sich diese Skalenbildung ausschließlich auf die subjective Auffassung dieses ausgezeichneten Parfumeurs und kann also, so sehr dieselbe auch bei seinen Fachgenossen Zustimmung gefunden haben mag, dennoch schwerlich die Grundlage für weitere wissenschaftliche Verwertung bilden. Der Gedanke Piesse's lässt sich jedoch weit besser auf die homologen Reihen Haycraft's übertragen. Wir wissen, dass die Gerüche in diesen sich sehr allmählich verändern, so dass, wie verschieden die Endtermen sich auch verhalten mögen, eine Kette von langsamen Übergängen gebildet wird, welche den physiologischen Zusammenhang der scheinbar auseinanderlaufenden Qualitäten aufs deutlichste zeigt. Solch eine Skale ist frei von jeder Subjectivität, denn es sind die chemischen Formeln und das Moleculargewicht, welche die Reihenfolge der Stufen bestimmen. Einer Bedingung jedoch muss dabei Rechnung getragen werden, nämlich

man berücksichtige in solchen Reihen nur die wirklich homologen, welche man überdies in vollkommen reinem Zustande besitzen muss.

Solcher homologen Reihen, welche man als Geruchsleitern auffassen kann, giebt es eine ziemlich große Anzahl. Es lässt sich nicht erwarten, dass alle die Reihen in Wirklichkeit durch eine continuierliche Reihe von percipierenden Elementen vertreten würden. Es ist wahrscheinlich, dass nur einzelne und zwar diejenigen, welche für das Leben der Tiere von Wichtigkeit sind, als solche im Geruchsorgane gefunden werden. Die übrigen Reihen, deren besondere Termen im Tierleben nur eine zufällige Bedeutung haben, oder die erst durch die menschliche Technik bekannt geworden sind, würden dann als gemischte Wahrnehmungen aufgefasst werden müssen, welche dadurch entstehen, dass zwei oder mehrere der ursprünglichen Skalen durch diese zufälligen Riechstoffe gleichzeitig gereizt werden. Es ist offenbar, dass in diesem Falle die homologe Reihe, die wir als accidentell betrachten, demungeachtet doch den Eindruck einer Skale machen muss, weil die aufeinander folgenden Termen sich jedesmal auf dieselbe Weise gegenüber den elementaren Geruchsleitern verhalten.

Das einfachste Verhältnis entsteht, wenn wir den neun Geruchsklassen entsprechend auch neun Geruchsleitern annehmen.

In der Riechschleimhaut zumeist nach vorne gelegen, würden sich dann die drei Skalen für die Nahrungsgerüche vorfinden, unter welchen zuerst eine Reihe aufeinanderfolgender Aldehyde, die, untereinander mehr oder weniger homolog, in Geruchsqualität allmähliche Übergänge zeigen. Dicht daran und parallel zu dieser müssen wir uns vielleicht die Ketone geordnet denken. In diesem Falle würden wir etwa die beiden Reihen als eine Differenzierung von einer ursprünglichen Aldehyd-Ketonreihe aufzufassen haben.

Die in der Klasse der Nahrungsgerüche vorkommenden Alkohole fordern keine besondere Skale, da sie durch Oxydation leicht in Aldehyde oder Ketone übergehen können. Eine solche Oxydation ist gar nicht unwahrscheinlich wegen der extremen Verdünnung und wegen des vielen Riechstoffen eigentümlichen ozonisierenden Vermögens. Man gedenke dabei nur des Rosenöles, welches begierig Sauerstoff aufnimmt, und in der That auch ein Alkohol ist. Dass dieser Alkohol, das Geraniol, nicht vollkommen denselben Geruch hat wie sein Aldehyd, das Citral, dürfte keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bieten, weil die Oxydation sehr wohl nebst dem Citral auch noch andere Oxydationsproducte hervorbringen kann.

Dagegen dürfte es wohl nötig sein, in die Zone der Nahrungsgerüche eine Skale für die Ester aufzunehmen, weil in diesen eine ganz selbständige geruchgebende Atomgruppe auftritt. Die Phenoläther würden

hier vielleicht unmittelbar zunächst angereiht werden müssen, in derselben Weise, wie die Ketone parallel zu den Aldehyden Stellung nehmen. Wir begegnen dann als dritter Skale vermutlich den Terpenen und Kampfern, die in mancher Hinsicht gegenüber den anderen aromatischen Gerüchen einen selbständigen Platz einnehmen [1]).

Für die Klasse der amberartigen Gerüche, in welcher wir die Nitrogruppe als geruchgebende Atomgruppe finden, ist unsere Kenntnis zur Bildung einer Skale unzureichend. Es wäre nicht unmöglich, dass die vielen in der Natur vorkommenden Moschusgerüche eine solche Skale bilden. Jede weitere Speculation hierüber würde vergebens sein, da diese Moschusriechstoffe bislang noch nicht näher chemisch untersucht wurden.

Wir befinden uns in einigermaßen günstigeren Verhältnissen bezüglich der Klasse der Allyl-Bromgerüche, in welcher z. B. die Allyl-Senföle eine schöne homologe Reihe bilden. Wir wollen es jedoch nicht unternehmen, uns über die Ein- oder Vielfältigkeit dieser Klasse in tieferen Betrachtungen zu ergehen.

Die Caprylgerüche bieten für unsere Hypothese ein anziehenderes Feld, eben weil wir uns erinnern, dass in dieser Klasse die Schweißgerüche vorkommen, welche bei den Tieren für die Verfolgung der Spur eine so wichtige Rolle spielen. Auch ein Teil der sexuellen Gerüche gehört wahrscheinlich hierzu. Wir können als Skale dieser Klasse mit großer Wahrscheinlichkeit die von Passy so sorgfältig untersuchte Fettsäurenreihe annehmen. Wir wissen hierüber, dass die höchsten und die niedrigsten Termen geruchlos sind, und dass die mittleren Termen merkwürdiger Weise eine wechselnde Geruchskraft zeigen. Sie kann als Prototyp einer Geruchsleiter gelten, die uns dank dem verdienstvollen französischen Forscher in ihrem vollen Umfange bekannt ist.

Leider ist unsere chemische Kenntnis über die Klassen der widerlichen oder abstoßenden und der erbrechenerweckenden Gerüche noch so unvollständig, dass wir keine Vermutung bezüglich der darin etwa vorkommenden Skalen aufstellen können. Am ehesten dürften wir vielleicht eine solche für die widerlichen Gerüche wagen, da die in der Natur so reichlich vertretenen Wanzengerüche (Odores cimicis) etwa eine solche Skale bilden könnten; für die erbrechenerregenden Gerüche jedoch fehlt uns sogar jeder Anhaltspunkt.

Unsere localisatorische Anschauungsweise führt uns also zu folgenden Annahmen:

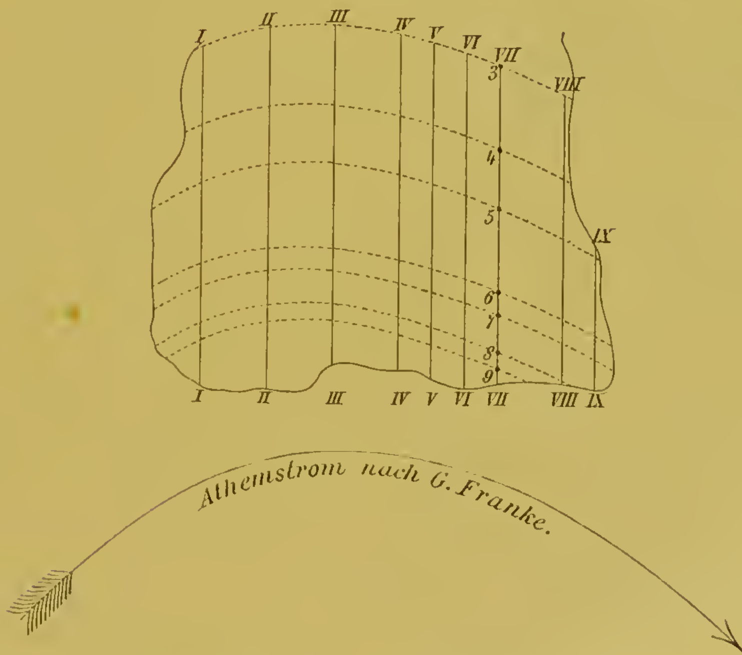
1) Energiezonen, deren Reihenfolge von vorne nach hinten gehend, sich in folgender Weise ordnet:

1) Siehe »Ermüdungsversuche« Aronsohn's.

| Name der Klassen | Name der Energien | Geruchgebende Atomgruppen |
|---|---|---|
| Aetherei | Aldehyd-Keton-Energie | ←— $COO$-Alkyl |
| Aromatici | Kampfer-Terpen-Energie | ? |
| Fragrantes | Ester-Energie | ←— $CHO$ |
| Ambrosiaci | Moschus-Energie | ←— $NO_2$ |
| Alliacei | Allyl-Brom-Energie | ←— $S—S$ —→ |
| Empyreumatici | empyreumatische Energie | ? |
| Hircini | Capryl-Energie | ←— Carboxyl |
| Tetri | widerliche Energie | ? |
| Nauseosi | ekelhafte Energie | ←— $C—C$ ←— $C—C$ $>NH$. |

2) Innerhalb des Gebietes jeder Zone eine Skale, welche einer homologen Reihe chemischer Verbindungen entspricht.

Fig. 24.




Schema der hypothetischen Verteilung der Qualitäten in der Regio olfactoria.

N.B. Die römischen Ziffern beziehen sich auf die Energien, welche, den neun Geruchsklassen entsprechend, in verticalen Zonen geordnet gedacht werden. Die arabischen Ziffern bezeichnen die Stufenfolge in einer homologen Reihe.

So erwächst die einfache Vorstellung, dass wir uns auf der obersten Siebbeinmuschel des Menschen eine Art von Mosaik zu denken haben, das gleichsam im Spiegelbilde noch einmal auf dem Septum wiederholt

wird. Dieses Mosaik wird durch die verticalen Energiezonen und durch die Geruchsstufen gebildet, welche die Zonen in horizontale Sprossen verteilen. Es entsteht dann das umstehende Schema (Fig. 24).

Ist es nun auch möglich, die Skalenverbindung in unseren Reihen mit irgend einer concreten Vorstellung zu verknüpfen, damit sich das Ganze einheitlicher denken lässt?

Das Studium des inneren Baues der Nasenhöhle und die Experimente über den Mechanismus der Nasenatmung haben dargethan, dass die Partien, auf welchen sich der Geruchsnerv ausbreitet, bei ruhiger Atmung vom Atemstrome frei bleiben.

Dieser Umstand hält viele schädliche Momente von den Endausbreitungen des Olfactorius ab. Die ungemein häufigen thermischen, chemischen und bacteriellen Schädlichkeiten, welche die Atmung mitführt, erreichen ihn nicht. Nur wenn absichtlich geschnüffelt wird, ist es möglich, dass etwas vom Atmungsstrome nach der regio olfactoria abgezweigt wird. Gar nicht fraglich aber ist es, dass wir riechen können, ohne zu schnüffeln. Der Schluss ist also gerechtfertigt, dass wir im Stande sind zu riechen, ohne dass der Atmungsstrom als solcher die Riechwülste erreicht. Die riechenden Moleküle können also schwerlich dorthin auf andere Weise gelangen als durch Diffusion.

Diese Diffusion der gasförmigen Riechmoleküle in der Luft der Riechspalte wird bei der hohen Temperatur, zu welcher die Concha nasalis das Ganze erwärmt hat (ungefähr 30° C.), ziemlich lebhaft sein und ohne Weiteres genügen, die Riechstoffe bis zum entferntesten Punkte der Nasenhöhle hinzubefördern. Beim Menschen kann der Abstand nur wenige Millimeter betragen. Viele Riechstoffe brauchen bedeutend weniger als eine halbe Secunde, um durch Diffusion allein diesen Weg zurückzulegen, und dann handelt es sich um messbare Mengen, welche, in der Atmungsluft verteilt, gerochen werden. Wie kurz muss jedoch die Zeit sein, welcher die einzelnen Moleküle bedürfen, um zur Oberfläche der Riechwülste zu gelangen, wo wahrscheinlich die einfache Berührung zwischen Schleimhaut und Molekülen genügt, um eine Empfindung hervorzurufen?

Wenn dies alles richtig ist — und ich glaube nicht, dass irgend ein Fehler in der Deduction sich findet — so giebt es auf den Riechwülsten Stellen, die so entfernt vom Atmungswege liegen, dass nur wenige Moleküle hingelangen. In größerer Zahl finden sie sich dort nie. Nur bestimmte Riechstoffe, nämlich jene, deren Diffusionsgeschwindigkeit groß genug ist, um während einer Einatmung eine große Menge Moleküle tief in die Riechspalte hineinzubefördern, sind also im Stande, an solchen Stellen einen Reiz von genügender Intensität auszuüben. Alle langsam diffundierenden Riechstoffe bleiben unter der Reizschwelle.

In Folge dieser Verhältnisse kommen die in der Nähe des Daches gelegenen Abteilungen der Regio olfactoria nur sehr zeitweilig mit den langsam diffundierenden Molekülen in Berührung, dagegen werden sie wiederholt von den schnell diffundierenden Molekülen getroffen. Der Natur der Sache gemäß werden nun die Riechzellen im Laufe der Entwickelung jenen Reizen sich anpassen, welche häufig auf sie einwirken. Sie werden auf die Dauer sogar nur für diese empfänglich bleiben und die Empfindlichkeit für andere, seltenere Reize ganz oder teilweise verlieren; mit anderen Worten, die am dichtesten zum Dache gelegenen Riechzellen werden schließlich ohne Ausnahme in den schnell diffundierenden Riechgasen ihre adäquaten Reize finden. Dieselben Betrachtungen kann man auch auf die etwas tiefer gelegenen Reihen der Riechzellen anwenden. Diese werden bei ruhigem Atmen zuerst mit den am schnellsten diffundierenden Riechgasen, dann mit den etwas langsamer diffundierenden Riechgasen, welche die alleroberste Reihe nicht erreichen, in Berührung kommen. Da nun die Diffusionsgeschwindigkeit bereits nach der alten experimentellen Theorie Loschmidt's [1]) eine Function des Molekulargewichtes und zwar derartig ist, dass mit dem Steigen des Molekulargewichtes die Diffusionsgeschwindigkeit sinkt, wird man die zwei Arten von Molekülen, welche unsere nächsthöchste Linie erreichen, auch so schildern können, dass man sehr leichte und etwas schwerere unterscheidet.

Die Untersuchungen Haycraft's haben gelehrt, dass auch die Riechkraft, wenigstens in einer homologen Reihe, eine Function des Molekulargewichtes in dem Sinne ist, dass mit dem Molekulargewicht die Riechkraft größer wird. Es werden also von unseren zweierlei Molekülen die schwereren stärker riechen als die leichteren. Die letzteren werden im Laufe der Entwickelung daher das physiologische Übergewicht gewinnen, und die Riechzellen der zweiten Linie nur für diese allein empfindlich bleiben. Schließlich wird jede Stufe von Molekülen von einem bestimmten Gewichte gereizt werden können. Es wird dem Leser, der etwa dazu das Bedürfnis fühlen möchte, leicht sein, sich die eine oder die andere mechanische Vorstellung zu bilden, die dieses elective Vermögen der Riechzellen nach der Schwere oder der Größe der Molekeln erklärt.

Für die 3te, 4te und die folgenden Linien von Riechzellen kann ein ähnliches Raisonnement stattfinden. Nur haben wir uns die Linien parallel zum oberen Rande der bogenförmigen Bahn vorzustellen, welche die Atmungsluft bei ruhigem Atmen in der Nasenhöhle zurücklegt. Von der Atembahn in die Höhe gehend, wird man alle parallelen Linien

---

1) Wiener Sitzungsberichte. 1870. Band LXI und LXII.

schneiden. Man wird eine Skala durchlaufen, deren einzelne Stufen den aufeinanderfolgenden Diffusions-Coëfficienten entsprechen. Befinden sich nun längs eine solche Skala zufällig die specifischen Energien für eine homologe Reihe gelagert, so wird es die Diffusionsgeschwindigkeit, resp. das Molekulargewicht sein, welche die Lage der einzelnen Termen bestimmen.

Winkelmann fand z. B. experimentell für die homologe Reihe der Fettsäuren die Diffusionsgeschwindigkeit der Fettsäurengase gegenüber der Luft folgendermaßen:

Tabelle nach Winkelmann[1]).

| Fettsäuren | Diffusions-Coëfficienten |
|---|---|
| Propionsäure | 0,0863 |
| Buttersäure | 0,0739 |
| Valeriansäure | 0,0644 |
| Capronsäure | 0,0533 |
| Önanthylsäure | 0,0506 |
| Caprylsäure | 0,0442 |
| Pelargonsäure | 0,0426 |

Diese Zahlen geben nun offenbar die Art und Weise an, in welcher die Riechzellen, die als Träger der specifischen Energie für die einzelnen Termen der homologen Reihe betrachtet werden können, über unsere Skala verteilt sind. Zwischen den einzelnen Stufen werden jedoch noch andere gelagert sein, von denen wir annehmen dürfen, dass sie, obwohl in geringerem Maße als die dafür bestimmten Elemente, durch die Fettsäure-Moleküle mehr oder weniger gereizt werden können. Man würde z. B. voraussetzen können, dass die Reizbarkeit aus einer oder der anderen Ursache in der Umgebung im Verhältnisse zur Entfernung allmählich abnehme. Absolut unempfindlich würde man sich jedoch keine der Riechzellen einer Skala zu denken haben, wenigstens wo es sich um Riechstoffe handelt, welche zur homologen Reihe der Skala gehören.

Der Leser wird bemerkt haben, dass, indem wir die innerhalb der Riechspalte stattfindende Diffusion der Riechmoleküle in Erwägung ziehen, wir eine sehr erwünschte Präcisierung unserer Localisationshypothese gewinnen. In verticaler Richtung, oder richtiger gesagt, in einer auf die

1) Im Allgemeinen genommen diffundiert bei derselben Temperatur bei demselben »Druckgefälle« in einer Zeiteinheit für alle Termen einer homologen Reihe dieselbe Gewichtsmenge. Der Coëfficient, multipliciert mit der Dampfdichtigkeit, giebt darum auch eine ungefähr constante Zahl (0,216 — 0,243).

Strombahn senkrechten Richtung, finden wir unsere homologen Reihen nach der Größe der Diffusions-Coëfficienten angeordnet, in der horizontalen Richtung dagegen, oder richtiger parallel zur Strombahn rangieren sich unsere Geruchsklassen.

Das die Riechschleimhaut bedeckende Mosaik der Riechzellen, dessen morphologische Regelmäßigkeit bei mikroskopischer Untersuchung überrascht, ist auch physiologisch nicht weniger regelmäßig. Es wird von verticalen und horizontalen Bandstreifen durchkreuzt, welche für jedes Element nicht nur die morphologische Lagerung, sondern auch den Riechreiz bestimmen, für den es mehr als zu anderen Reizen geeignet ist. Wie in einem Coordinatensysteme ist hier jeder einzelnen Energie ihre Stelle angewiesen. Dadurch wird es begreiflich, warum fast jeder Stoff seinen eigentümlichen Geruch, jeder Gegenstand einen so charakteristischen Eigengeruch habe, dass er schon dadurch allein aus Tausenden zu erkennen ist. Die unbegrenzte Anzahl von Combinationen, welche das Coordinatensystem gestattet, erklärt vollkommen die ungeheure Verschiedenheit der Gerüche in der Natur und die selten vorkommende ganz genau übereinstimmende Identität derselben.

Wie verlockend dies Alles auch scheinen möge, ist unsere Hypothese dessenungeachtet von einem Fehler behaftet, welcher die Klarheit und die Einfachheit der Vorstellung beeinträchtigt. Es sind nämlich die Riechelemente in verticaler Richtung nach dem Diffusions-Coëfficienten des Riechgases, welcher deren angemessener Reiz ist, dieselben Elemente hingegen in horizontaler Richtung nach ihrer Geruchsverwandtschaft geordnet. Nun aber ist der Diffusions-Coëfficient eine additive Eigenschaft der Moleküle [1]), der Geruch jedoch, wie wir bereits erfahren haben, höchst wahrscheinlich eine constitutive Eigenschaft [2]).

Es ist einleuchtend, dass nur eine dieser beiden Ordnungen (die verticale oder die horizontale) mit den eigentlichen Vorgängen im Sinnesorgane, welche bei der Berührung der Riechstoffteilchen in den Riechzellen stattfinden, in Verbindung stehen kann. Das Wahrscheinlichste ist, dass dieser unmittelbare Zusammenhang nur für die horizontale Ordnung bestehe. Nicht die Größe des Moleküles, noch die äußerliche Gestalt, noch die translatorischen Wärmeschwingungen, noch die Rotation der Moleküle sind Ursache, dass die Riechzellen bei Berührung derartig gereizt werden, dass wir dies im Centralorgane als eine Geruchswahrnehmung inne werden. Wäre dies der Fall, dann würden Riechgase von

1) Der Diffusions-Coëfficient ist abhängig von der mittleren Geschwindigkeit der translatorischen Wärmeschwingungen und von der mittleren Länge der Molekülbahn.

2) Siehe Abschnitt XIV. Der Geruch beruht aller Wahrscheinlichkeit nach auf einer intramolecularen Schwingung, wie Farbe und strahlende Wärme.

demselben specifischen Gewichte den gleichen Geruch besitzen oder wohl Stoffe von gleicher Krystallisationsform auch im Geruche übereinstimmen müssen, was den Thatsachen nicht entspricht. Auch eine chemische Wirkung ist bei der Berührung zwischen Riechstoff und Riechzelle nicht wahrscheinlich. Ich selbst habe früher einmal einen Augenblick angenommen, dass die Aldehyde wegen ihrer großen chemischen Beweglichkeit die Riechstoffe *κατ᾽ ἐξοχὴν* seien. Der Gedanke liegt dann auf der Hand, dass sie mit dem Protoplasma der Riechzellen, resp. der Riechhärchen eine unbeständige Verbindung eingingen und dadurch den Riechreiz hervorrufen. Jedoch in der weiteren Ausführung erwachsen große Schwierigkeiten[1], und obgleich nicht geleugnet werden kann, dass auch diese Vorstellung an sich als eine Arbeitshypothese benützt und zur Grundlage für weitere Speculationen dienen könne, so verträgt es sich nicht mit der schönen Analogie, welche wir für den Geruch einerseits, und das Licht und die strahlende Wärme andererseits gefunden haben. Diese Analogie drängt uns offenbar zur Annahme einer intramoleculären Schwingung als letzten Ursache des Geruchs, so dass wir bereits allein durch diese Überlegung gezwungen werden, jede chemische Hypothese fallen zu lassen.

Es bleibt uns also nur die Annahme einer constitutiven physikalischen, auf die Riechzellen einwirkenden Eigenschaft übrig. Bedingung zum Zustandekommen dieser Wirkung ist die Berührung mit, oder wenigstens die Annäherung der Riechmoleküle an die Riechhärchen.

Die intramoleculäre Geruchsschwingung scheint sich nicht in die Ferne fortpflanzen zu können, wohl vielleicht, weil sie zu schnell durch die Luft absorbiert wird[2]. Es lässt sich sogar nicht einmal eine Vermutung darüber aufstellen, worin die reizende Wirkung der intramolecularen Geruchsschwingungen bestehe. Es mag eine chemische

---

1) Damit würde dann auch zugleich der Geruch der organischen Säuren und der Alkohole leicht erklärlich sein. Erstere würden durch Reduction, die anderen durch Oxydation in Aldehyde übergehen können, was vielleicht in den Riechzellen selbst geschehen und als eine Modification des ursprünglichen Aldehydreizes aufgefasst werden dürfte. Solche Folgerungen wären vielleicht auch für die Stickstoffverbindungen statthaft, obwohl mit dem Unterschiede, dass die Nitrile eben nicht den ersten Rang unter den Riechstoffen behaupten. Ebenso können die Nitro-Verbindungen als die zu reducierende Modification und die Amido-Verbindungen als die zu oxydierende Modification betrachtet werden. Die dritte specifische Energie, zu welcher uns diese Betrachtungen führen, wäre dann durch die Schwefelverbindungen gebildet, und zwar im Besonderen durch die Sulfide. Als die zu oxydierende Modification erscheinen dann die Sulfhydrate, während, soweit mir bekannt ist, die zu reducierende Modification hier fehlt.

2) Dr. J. D. van der Plaats machte mich, wie bereits erwähnt, auf diese Hypothese aufmerksam.

Wirkung sein analog jener der ultravioletten Strahlen, oder etwa eine thermische Wirkung, wie die strahlende Wärme, oder endlich eine elektrische Wirkung, durch deren Vermittlung in den Riechhärchen Veränderungen hervorgerufen werden, welche in den Riechzellen als Reiz zur Äußerung kommen. Was auch immer dabei vor sich gehen möge, so müssen wir jedenfalls annehmen, dass die intramoleculären Geruchsschwingungen in den Riechzellen Zustandsveränderungen erzeugen, welche je nach der Periode, und vielleicht auch je nach der Form dieser Schwingungen selbst, einigermaßen verschieden sein werden. Die horizontale Anordnung der Geruchselemente muss daher die ursprüngliche gewesen sein, denn nur sie allein steht mit der inneren Ursache des Riechens im Zusammenhange. Die verticale Anordnung nach den Diffusions-Coëfficienten ist ein secundärer, im Laufe der Entwicklung entstandener Umstand, wodurch die Verschiedenheit der Wahrnehmungen, die Feinheit des Geruchssinnes, noch beträchtlich vermehrt wird. Das Unterscheidungsvermögen, welches auf dieser Differenzierung beruht, bethätigt sich jedoch nur innerhalb der Grenzen der Geruchsklasse, die durch das Riechorgan in seinem ursprünglichen Zustande unterschieden wurde. Man erkennt an den intramoleculären Schwingungen z. B. die Fettsäuren im Allgemeinen, aber mit welcher Fettsäure im Besonderen man es zu thun habe, wird nach den Diffusions-Coëfficienten unterschieden. Daraus dass irgend ein Riechgas zufällig einen gleichen Diffusions-Coëfficienten zeigt, wie z. B. jenen der normalen Valeriansäure, folgt noch nicht, dass es hinsichtlich des Geruches als etwas mit der Valeriansäure Verwandtes sich erweisen müsse. Es wäre sogar wohl möglich, dass es gar keinen Geruch besäße, wenn die intramoleculäre Schwingung, welche die Zahl und die Ordnung seiner Atome zulässt, zufällig eine Periode und eine Form hätte, wofür das menschliche Geruchsorgan nicht eingerichtet ist.

Die Anordnung der specifischen Elemente in verticalen Reihen ist als eine secundäre Bildung weniger beständig als jene in horizontalen. Die dadurch erhaltenen Skalen werden in einer Abteilung der Riechschleimhaut feiner, in einer anderen gröber »abgestuft« sein, wenngleich die morphologische Entwickelung und die verticalen Durchmesser an allen Stellen dieselben sind. Das letztere lässt in der That auch manchmal etwas zu wünschen übrig (Suchannek wies eine inselartige Gruppierung der Riechzellen nach), aber es lässt sich nicht einsehen, wie dadurch etwas anderes als quantitative Unterschiede zu Stande gebracht werden sollte. Haben wir doch angenommen, dass die Riechzellen nicht nur für ihren eigentümlichen Reiz, sondern auch für andere, wenngleich schwächer, reizbar sind, und dass diese Abnahme der Empfindlichkeit gerade in den verticalen Reihen höchst langsam und

allmählich vor sich gehe. Vielleicht beruhen die eigentümlichen Schwankungen der Riechkraft, welche Passy für sein Geruchsorgan in der Fettsäurenreihe beobachtet hat, auf dieser Ursache. Doch wird, abgesehen von dem individuellen quantitativen Unterschiede, die Feinheit des Unterscheidungsvermögens in den verticalen Zonen sehr verschieden sein. Die Physiker können in jeder dieser Zonen Diffusionsstufen unterscheiden, der Geruchssinn wird dies wahrscheinlich nur dann vermögen, wenn die Bedürfnisse der Art eine nähere Unterscheidung forderten. Es wäre z. B. sehr wohl denkbar, dass die Caprylgerüche, durch welche die Spur sowohl von den Artgenossen, als von der Beute oder dem Verfolger erkannt wird, in dieser Hinsicht gerade besonders differenziert seien. Es ist gewiss nicht zufällig, dass die Sohlenfläche der Tiere so überaus reichlich mit Schweißdrüsen ausgestattet ist und dass deren Ausscheidungen überdies in so hohem Maße von dem Nervensysteme beherrscht werden, welcher Umstand für das Auffinden des anderen Geschlechts während der Brunstzeit wahrscheinlich nicht gleichgültig ist. Für die anderen Zonen, z. B. für die widerlichen Gerüche, besteht dieses Bedürfnis nicht, und die verschiedenen Arten des Wanzengestanks (odores cimicis) scheinen uns aus diesem Grunde mehr oder weniger ähnlich.

Wir werden nun zu ermitteln haben, ob unsere Hypothese in der oben erwähnten Fassung im Stande sei, die bislang in der Physiologie des Geruches gesammelten Thatsachen befriedigend zu erklären. Wir werden zuvor, um jedes Missverständnis zu vermeiden, noch zwei Details hervorheben, welche wir hinsichtlich der Anordnung und der Reizbarkeit der Riechelemente annehmen zu müssen glaubten.

Die erste Eigentümlichkeit besteht darin, dass allerdings die Elemente, welche einer bestimmten geruchgebenden Atomengruppe entsprechen, in einer bestimmten verticalen Zone vereinigt sind, dass aber damit noch keineswegs gesagt sein soll, dass außerhalb einer solchen Zone keinerlei Elemente vorkommen könnten, die für diese geruchgebende Atomengruppe angepasst sind. Es ist vielmehr wahrscheinlicher, dass solche in der Zone angehäuften Elemente sich auch anderswo finden [1]). Da nun die Intensität der Empfindung offenbar davon abhängen muss, wie vielmal ein Riechstoffmolekül mit einer für die Wahrnehmung angepassten Riechzelle in Berührung kommt, so wird hierdurch von selbst die Intensität bestimmt, mit welcher ein einfacher Reiz über die Riechschleimhaut sich verbreiten wird. Wir können die Anzahl der Riechstoffmoleküle überall längs der Strombahn als constant annehmen. Daher

---

1) Dies würde also analog den Verhältnissen sein, wie sie bei dem Geschmackssinne bestehen, bei welchem ebenfalls von den vier Geschmackskategorien eine Art mehr an der Basis, die andere mehr an der Spitze der Zunge gelagert ist.

wird ein Reizungsmaximum an den der Zone entsprechenden Stellen und ein allmähliches Absterben dieses Reizes nach vorn und nach rückwärts bemerkt werden. Wie wir vermuten, erfolgt die Abnahme der Zahl der dem Reize angepassten Sinneselemente in horizontaler Richtung sehr rasch.

Die andere Eigentümlichkeit, welche unsere Aufmerksamkeit erfordert, ist die Annahme von ähnlichen Verhältnissen in der vertiealen Reihe der Elemente. Eine bestimmte Stufe einer Skala wird durch ihren adäquaten Riechstoff ungemein kräftig gereizt, aber die darüber oder darunter liegenden Stufen werden deshalb nicht unempfindlich sein, weil sich dieselben erst secundär differenziert haben; sie sind nur weniger empfindlich im Verhältnisse zu ihrer größeren oder geringeren Entfernung von dem besagten Punkte. Auch hier finden wir den Maximalreiz in einer bestimmten Abteilung der Riechschleimhaut und eine allmähliche Abnahme der Reizbarkeit, sobald wir uns von dieser Stelle entfernen.

Die beiden eben erörterten Eigentümlichkeiten haben die Folge, dass, wenn eine Stelle der Riechschleimhaut durch einen Riechreiz angeregt wird, für welchen sie besonders empfänglich ist, dieser Reiz dann gleichsam nach allen Richtungen in das Riechzellenmosaik ausstrahlt. Was wir auf der Haut oder für die Netzhaut »Irradiation« nennen, findet hier gleichfalls statt, wenigstens erachte ich es auf Grund der Vorstellung für wahrscheinlich, die wir uns über die Entwickelung des Sinnesorganes in der Tierreihe gebildet haben. Dass dies zu einer Analogie mit anderen Sinneswerkzeugen führt, trägt dazu bei, unsere Folgerungen annehmbar zu machen.

Wir begegnen nun in der Physiologie des Geruches vorerst einigen Thatsachen, durch deren Studium wir zur Aufstellung unserer Hypothese gelangt sind. Es sind dies die Geruchsverwandtschaften der chemischen Verbindungen, in welchen bestimmte geruchgebende Atomengruppen vorwiegen, die pathologischen Defecte des Geruchssinnes, die vielfältig vorkommenden Parosmien. Dass alle diese Erscheinungen durch die Hypothese leicht erklärlich werden, darf nicht befremden, denn die Hypothese ist aus diesen Thatsachen hervorgegangen. Die Olfactologie verfügt jedoch daneben noch über eine Anzahl von Thatsachen, die vollkommen unabhängig von dem soeben Gesagten sind. Die Hypothese entstand nicht aus dieser Kategorie, ist derselben ganz fremd geblieben, und es ist daher gestattet, gerade darin einen Prüfstein für die Richtigkeit oder Irrtümlichkeit unserer Vorstellung zu suchen. Die hier in Betracht kommende Kategorie begreift hauptsächlich die Mischungen und die Compensationen der Gerüche.

Wir haben vorher aus der Literatur über Parfumerien einige Bouquets gesammelt, welche nach Ausspruch der Parfumeure einen natürlichen Geruch nachahmen, und wollen diese Mischungen hier noch einmal

anführen, aber statt der Namen der vermengten Riechstoffe die Klasse und Unterklasse, zu welchen sie gehören, angeben.

Mischgerüche.

| | |
|---|---|
| Dianthus caryophyllus | II d, III a, III b, III c, II b. |
| Viola odorata | III b, II d, III b, III b, II e. |
| Heliotrop | III c, II d, III a, IV a, II e. |
| Cheiranthus Cheiri | III a, III c, II d, II e, III b, III b. |
| Syringa vulgaris | III b, III a, II e, IV b. |
| Lilie | III b, III a, III a, III c, III b, II d, II e. |
| Magnolie | III a, II d, III b, III b, II d, II e. |
| Lathyrus odoratus | III b, III a, II d, III c. |
| Lonicera caprifolia | II d, III b, III b, III c, III c, II e, III a. |
| Jonquille | III a, III b, III a, III c. |
| Theerose | II d, II d, III a, III b. |
| Volkameria inermis | III b, III b, III a, II d, IV b, II d. |
| Aronsohn 1 | II c, II c. |
| - 2 | II d, II d, II c, II d. |
| - 3 | II d, II d, II c, II d. |
| - 5 | II d, II d. |

Dehnen wir unsere Untersuchungen auf andere in Parfumerien gebrauchte Bouquets aus, so finden wir ähnliche Ziffern, z. B.:

| | |
|---|---|
| Ess-Bouquet (Essence de Bouquet) | II b, c, d, III a, b, IV b. |
| Jocquey Club | II d, III b, c, IV a. |
| Mille Fleurs | II a, d, e, III a, b, c, IV a, b. |

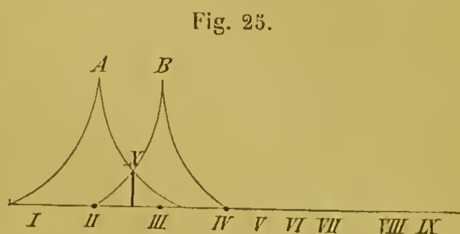
u. s. w.

Eine aufmerksame Betrachtung der nach den Namen der Gerüche gesetzten römischen Ziffern und Buchstaben lässt eine nicht unwichtige Thatsache ans Licht treten, nämlich: nur die Vertreter einer und derselben Klasse oder sehr nahe verwandter Unterklassen kommen in den Mischungen vor. Untersuchen wir eine solche Mischung im Lichte unserer Hypothese.

Nehmen wir zwei verwandte, im Riechzellenmosaik dicht aneinander localisierte Riechstoffe *A* und *B* an, so werden sich die beiden Punkte, wo sich deren Elemente befinden, durch eine Linie vereinigen lassen können. Der Reiz wird längs dieser Linie ausstrahlen, und die Intensität wird dabei ungefähr auf die in dem Schema (Fig. 25) durch krumme Linien angegebene Weise abnehmen. Diese Linien werden einander im Punkte *X* schneiden, der also über einer Stelle liegt, welche durch die beiden Riechreize getroffen werden wird. Vernichtet nun die Compen-

sation der Gerüche vollkommen die ursprünglichen Riecheindrücke $A$ und $B$, und verschwindet auch großenteils die irradiierende Reizung, so wird der Reiz $X$ bleiben, weil dieses Element durch beide Componenten getroffen wird, und wird als Resultat der Mischung erscheinen. Ist der Punkt $X$ zufällig die Localisation eines in der Natur vorkommenden Geruches, so wird der soeben erwähnte Fall verwirklicht, dass der Mischungsgeruch trügerisch einen natürlichen Geruch nachahmt. Entspricht hingegen keinerlei natürlicher Geruch dem Punkte $X$, so wird die Mischung als ein selbständiges Parfum sich erweisen. Dergleichen Constructionen sind selbstverständlich auch für mehr zusammengesetzte Mischungen ausführbar. Es muss dabei nur einer Bedingung Genüge geleistet werden, nämlich dass das Ausstrahlungsgebiet jedes der beiden Componenten für einen größeren oder kleineren Teil mit dem eines benachbarten Componenten zusammenfalle, denn nur dann wird durch die gleichzeitige Wahrnehmung beider Gerüche eine Resultante in dem eben erwähnten Schneidepunkte entstehen können. Dass diese Bedingung auch thatsächlich immer erfüllt ist, folgt bereits aus dem empirischen Gesetze, dass alle in den Parfumerien verwendeten Mischungen aus unter sich verwandten Gerüchen bestehen. Die Localisation der gegenseitig verwandten Componenten in der Riechschleimhaut ist so dicht bei einander gelegen, dass wir über das Übereinanderfallen der Irradiationskreise nicht zweifeln können, vor allem nicht, wenn wir in den zusammengesetzteren Mengungen die einfachen Gerüche in der natürlichen Reihenfolge ordnen. Dann zeigt es sich immer, dass Übergänge bestehen, welche die am meisten auseinander liegenden Componenten durch dazwischen gelegene Reizungskreise verbinden. Überdies muss man bei dieser Frage in Erwägung ziehen, dass die natürlichen Klassen unseres modificierten Linné'schen Systemes wohl in der Hauptsache, aber nicht vollkommen mit unseren hypothetischen Energienzonen übereinstimmen. Lassen wir doch die Haycraftschen Reihen durch alle drei Klassen der Nahrungsgerüche hindurch laufen! Dadurch fallen z. B. alle Ester und Phenoläther, auch dann, wenn sie, wie das römische Kamillenöl, zu der Klasse der aromatischen Gerüche gehören, in das Bereich der ersten Zone. Andererseits kommen alle Aldehyde und Ketone aus der aromatischen Klasse durch ihre chemische Constitution in der dritten Zone zurecht. Auf diese Weise entsteht eine Trennung vor allem der zweiten Klasse. Nur die erste und dritte Unterklasse bleiben selbständig und bilden die zweite Energie. Die zweite

Fig. 25.




Irradiation zweier nahe verwandten Reize.

und vierte Unterklasse hingegen schließen sich der Klasse der Odores fragrantes an. Endlich begegnen wir in der Unterklasse der Mandelgerüche der Nitrogruppe, z. B. im Nitrobenzol. Dadurch scheinen diese wieder, wenigstens zum Teile, mehr zu der Reihe der Moschusgerüche zu gehören und nehmen jedenfalls gegenüber den übrigen aromatischen Gerüchen eine selbständigere Stellung in Anspruch. Auch müssen wir, um ein wirklich verlässliches Urteil zu fällen, eigentlich das »Fixant« aus den Parfums entfernen. Man versteht in der Parfumerie unter der Bezeichnung von »Fixant« denjenigen Bestandteil einer Mischung, welcher, selbst langsam verflüchtigend, der Verflüchtigung des ganzen Gemenges Widerstand leistet. Solche Fixants sind:

| | |
|---|---|
| Styrax | Vanille |
| Tolu | Amber |
| Benzoë | Iris*[1]) |
| Moschus | Vetiver*[1]). |

Ich nenne, um ein Beispiel zu geben, das Parfum »Lilas«, welches den Fliedergeruch nachahmt. Es besteht aus Tuberose, Orangenblüten und Mandelöl. Diese drei Gerüche bilden die wesentlichen Bestandteile, aber man fügt ihnen noch überdies »Civette« bei, »pour donner de la permanence au parfum pour le mouchoir«[2]).

Entfernen wir aus unseren Mischungen, wie wir sie als vortrefflich gelungene Nachahmungen von Piesse und Askinson erwähnt finden, das »Fixant«, so erhalten wir folgende Combinationen:

Mischungsgerüche nach Entfernung des »Fixant«.

| | |
|---|---|
| Dianthus caryophyllus | II b, d, III a, b. |
| Viola odorata | II d, e, III b. |
| Heliotrop | II d, e, III a. |
| Cheiranthus Cheiri | II d, e, III a, b. |
| Syringa vulgaris | II e, III a, b. |
| Lilie | II d, e, III a, b. |
| Magnolia | II d, e, III a, b. |
| Lathyrus odoratus | II d, III a, b. |
| Lonicera caprifolia | II d, e, III a, b. |
| Jonquille | III a, b. |
| Theerose | II d, d, III a. |
| Volkameria inermis | II d, III a, b, e. |

1) Die beiden letzteren mit * bezeichneten Gerüche werden vermutlich einmal als Fixant, ein andermal als Mischungsbestandteil vorkommen.

2) J. Piesse, Des odeurs, des parfums et des cosmétiques. 2. französische Auflage. 1877. S. 139.

| | |
|---|---|
| Aronsohn 1 | II c, c. |
| - 2 | II c, d. |
| - 3 | II c, d. |
| - 5 | II d, c. |

Die Richtigkeit des oben Gesagten wird bei Betrachtung dieser abgekürzten Tabelle noch überzeugender.

Nächst der Möglichkeit der Mischung steht die der Compensation, welcher wir einen besonderen Abschnitt gewidmet haben. Die Erfahrung über diese Erscheinung ist nicht groß, doch haben wir früher in einer Tabelle zusammengestellt, was zu Gebote steht. Ich wiederhole dieselbe hier, füge aber zugleich die Klassen und Unterklassen bei, zu welchen die Gerüche gehören.

Aus der Pharmaceutik und dem täglichen Leben bekannte Compensationen.

| | |
|---|---|
| Moschus — Mandel | IV b — II c. |
| Jodoform — Tonkabohne | I — III c. |
| Ricinusöl — Kaneel — Vanille | IX — II b, III c. |
| Naphta — Bergamott | VI — II d. |
| Leberthran — Kreosot | VII — VI. |
| Foetor ex ore — Iris | IX — III b. |
| Ozaena — Theer | VIII b — VI. |
| Foetor stercoralis — Theer — Terpentin — Citronenöl | IX — VI, II a, II d. |
| Tabakspfeife — Mentha | VI — III b. |

Aus der Physiologie bekannte Compensationen.

| | |
|---|---|
| Äther — Tolu | I — III c. |
| Kampfer — Knoblauch | II a — V |
| Kampfer — Wachholderbeeren | II a — II c. |
| Kampfer — Kölnisches Wasser | II a — II c, d. |
| Kampfer — Petroleum | II a — VI |
| Kampfer — Citronen | II a — II d |
| Cederholz — Kautschuk | II d — V. |
| Benzoë — Kautschuk | III c — V. |
| Benzoë — Asa foetida | III c — V. |
| Paraffin — Kautschuk | VI — V. |
| Kautschuk — Wachs | V — I. |
| Kautschuk — Tolu | V — III c. |
| Wachs — Tolu | I — III c. |
| Paraffin — Wachs | VI — I. |

| | |
|---|---|
| Kautschuk — Juchtenleder | V — I. |
| Kautschuk — Palissanderholz | V — II. |
| Kautschuk — Äther | V — I. |
| Ammoniak — Essigsäure | VI — VII. |

Es ist merkwürdig, dass bei diesen Compensationen, anstatt einer Verwandtschaft, immer ein Auseinanderliegen der Componenten angetroffen wird. Immer gehören die einander aufhebenden Gerüche zu verschiedenen Klassen oder auseinanderliegenden Unterklassen. Nur die Gruppe der Kampfergerüche, welcher wir bereits als Skale der Nahrungsgerüche einen besonderen Platz angewiesen hatten, scheint mit verhältnismäßig nahe verwandten Gerüchen Compensationen bilden zu können. Aronsohn fand Kampfer mit Wachholderbeerenöl und mit Kölnischem Wasser im Wettstreit. Letzteres wird durch die Parfümerienindustrie bestätigt, welche Rosmarin, das gleichfalls zur Kampfergruppe gehört, zu einem ähnlichen Zwecke den besseren Sorten von Eau de Cologne beimischt. Mesnard compensierte Terpentin, den wir ebenfalls zu den Kampfergerüchen zählen, mit verschiedlichen Blumengerüchen, wie Rosen, Ylang-Ylang, Orangenblüten u. s. w. Jedoch findet man auch in subjectiver Hinsicht einen ziemlich ausgeprägten Unterschied zwischen den Kampfergerüchen und den übrigen Unterklassen der aromatischen Klasse, und es wäre also sehr wohl möglich, dass sie als verschiedene Energien aufgefasst werden müssen, was, wie wir bereits bemerkten, auch durch Aronsohn's Ermüdungsversuche gestützt wird.

Fig. 26.




Irradiationskreise im hypothetischen Qualitätenfeld der regio olfactoria.

Die Erklärung des Compensationsgesetzes ist einfach genug. Die Irradiationskreise der unter sich nicht verwandten Gerüche decken einander nicht. Sie werden in den meisten Fällen einander sogar nicht berühren. Es ist also auch nicht möglich, dass die Linien, welche die Abnahme des Reizungszustandes vorstellen, einander schneiden, und es wird keine Resultante gefunden, weil kein Punkt da ist, der durch beide Componenten gleichzeitig gereizt wird. Sobald solche weit auseinander localisierte Gerüche also zusammen zur Wahrnehmung kommen, wird ein Geruchseindruck fehlen, wenn die beiden in Wettstreit wirkenden Reize gleich stark sind. Ist jedoch die Intensität des einen größer als die des anderen, so wird nur die erstere, wenn schwächer, nur die

zweite zum Bewusstsein kommen. Es wird aber nur soviel übrig bleiben, als nicht compensiert wird. Es ist klar, dass hierin auch das Geheimnis der Rolle, welche das »Fixant« spielt, seine Erklärung finden muss.

Ich stelle mir diesen Einfluss also vor: Anstatt der Mischung kann man der Einfachheit halber die aus der Mischung hervorgehende Resultante setzen, z. B. anstatt der Combination von Rose, Orangenblüten, Akazie, Gewürznelken, den Nelkengeruch, dem die Resultante trüglich gleicht. Dieser Nelkengeruch, der zur zweiten Unterklasse der zweiten Klasse gehört, tritt nun, sobald man das »Fixant« Vanille zufügt, mit diesem Geruche, welcher zur dritten Unterklasse der dritten Klasse gehört, in Wettstreit. In einem bestimmten Verhältnisse vorhanden, werden sie einander vollkommen compensieren. Diese bemessenen Mengen bilden gleichsam die Reserve des Parfums, denn obwohl scheinbar selbst geruchlos, enthält diese Reserve dennoch eine gewisse Menge Riechstoff, welches hervortritt, sobald einer der Componenten zu verdampfen beginnt. Man hat anfangs durch ein geringes Übermaß von Nelkengeruch nur für den Nelkengeruch selbst Sorge zu tragen, dann wird dieser Geruch bei allmählicher Verdampfung erhalten bleiben, immer vorausgesetzt, dass die Nelkenmischung etwas schneller verdampft und vor allem mit größerer Geschwindigkeit in die Luft diffundiert, als das Fixant, was, wie wir wissen, in der Definition des Fixant eingeschlossen liegt. Nur auf die lange Dauer wird im Rückstande schließlich der Vanillegeruch einigermaßen vorwalten.

Nach Obenerwähntem können wir kurzweg sagen, der eigentliche Zweck des Fixiermittels sei, zu ermöglichen, dass im Parfum eine größere Menge Riechstoffe angehäuft werde, ohne dadurch eine Verstärkung des Reizes zur Folge zu haben. Denn eine Verstärkung würde für die feinen Geruchsunterscheidungen äußerst störend sein aus demselben Grunde, als eine starke Beleuchtung das Unterscheiden der Farbentöne und Farbenabstufungen erschwert und schließlich alles in ein farbloses Weiß übergehen lässt. In gleicher Weise wird auch bei einem sehr starken Riechstoff die Irradiation so umfangreich und so intensiv, dass alle Qualitäten einander zu compensieren anfangen und eine fast geruchlose Resultante sich ergiebt. Ein Beispiel hiervon liefert das krystallisierte Vanillin, welcher nach Passy bei großen Mengen nur einen unbedeutenden, an altes Papier erinnernden Riecheindruck erzeugt.

Die im Vorangehenden entwickelte Hypothese erklärt, so weit wir ersehen können, alle aus der Physiologie und der Parfumerienkunde sich ergebenden Thatsachen[1]). Ob sie dies auch in Zukunft thun wird, wenn

[1]) In Übereinstimmung mit der Theorie verursacht das Ausfallen einer vereinzelten Energie keine auffallende Änderung in der Auffassung der anderen Gerüche.

neben den älteren noch neue Thatsachen entdeckt werden, lässt sich nicht mutmaßen. Insofern befindet sich die Hypothese in einem ungünstigen Verhältnisse, als die Zahl der gegenwärtig bekannten Thatsachen, aus denen sie hervorgegangen, verhältnismäßig gering ist. Einem in jeder Richtung durchforschten Gebiete wird eine stichhaltige Theorie leichter entspringen können, als einem noch wenig cultivierten Boden. Ob nun sich bewährend oder nicht, weist unsere Hypothese jedenfalls den Weg, auf welchem wir weiter fortarbeiten sollen. Man kann sie als eine kurze Formel betrachten, welche alle bislang bekannten Beobachtungen zusammenfasst. Von ihr ausgehend dürfte es nicht schwer werden, neue Erfahrungen zu sammeln.

Sie kann auch auf dem Gebiete der pathologischen Untersuchung als Führer dienen. Auf Grundlage der Geruchsverwandtschaft, welche wir — unabhängig von aller Theorie — in einem Systeme zu verkörpern suchten, werden die Kliniker die Geruchsdefecte zu entdecken haben[1]).

---

Wenn z. B., wie ein paarmal in der Literatur verzeichnet worden ist, die Reseda-Vanilleenergie fehlt, so werden alle übrigen Gerüche ungestört wahrgenommen. Denn bei einem solchen umschriebenen Geruchsdefect bleiben die erhaltenen einfachen Gerüche unmodificiert und unterliegen nur einzelne Mischungsgerüche, in welchen sonst die fehlende Energie vorkommt, einer quantitativen Änderung und einer leichten qualitativen Verschiebung. Ohne absichtliche Untersuchung wird jedoch davon nichts bemerkbar sein.

Auch die Folgen, welche die Parfumierung eines Raumes für die Geruchsauffassung in demselben hat, lassen sich durch unsere Hypothese befriedigend erklären. Es entstehen Compensationen, wodurch wenig verwandte Gerüche in Wegfall kommen. Die Mischungen verwandter Gerüche werden mehr oder weniger modificiert, das Ganze unterliegt also einer bedeutenden Änderung. Aus diesem Grunde ist es leicht erklärlich, dass ein so intensives Parfum wie der Tabaksrauch nicht bei Tisch geduldet wird, wie auch stark duftende Blumen, z. B. Hyacinthen, dabei ebenfalls störend empfunden werden. Dagegen werden schon seit dem Altertume leicht duftende Blumen, wie Rosen (in neuerer Zeit Rosen, Veilchen, Chrysanthen), sehr gerne zu diesem Zwecke verwendet. Die von ihnen veranlassten Compensationen scheinen an dem Geschmacke der Speisen nur wenig zu ändern, während sie den Eigengeruch der Gesellschaft gänzlich maskieren.

1) Die klinische Untersuchung auf particlle Anosmien, bezw. Geruchsdefecte geschieht am besten mittels olfactometrischer Cylinder, welche, nachdem sie durch längeres Hineinlegen in strömendes Wasser vom Steingeruch befreit worden sind, in einem etwas weiteren Glasbehälter gefasst wurden. An diesem Behälter befindet sich eine Seitenöffnung, durch welche man eine Riechstofflösung hineingießt, während man darauf das Ganze einige Stunden in eine Stopfflasche, worin sich die gleiche Lösung befindet, stellt. In dieser Weise gelingt es, immer mit Riechstoff getränkte Cylinder vollständig bereit zu haben, sodass man dieselben nötigenfalls sofort benutzen und bequem aus dem Laboratorium in die Klinik mitführen kann. Die Untersuchung findet am vollständigsten statt, wenn man für jede der neun Geruchsklassen einen solchen Porzellancylinder mit ungekitteter weiterer Glashülle in Vorrat hält. Man vergleiche Anhang II.

Aber auch über den Umfang unseres Geruchssinnes in homologen Reihen werden wichtige Ergebnisse erforscht werden können. Es ist zu erwarten, dass z. B. die örtlichen Processe in der oberen Abteilung der Nasenhöhle, welche, wenngleich selten, doch dann und wann vorkommen, gerade in dieser Beziehung Störungen verursachen werden. Es kann sein, dass entweder der untere oder der obere Teil der Riechschleimhaut zerstört, oder dass das inselförmige Fehlen der Riechzellen sehr ausgesprochen ist. Dieses Alles wird gerade zu Einschränkung des Umfangs oder zu sonderbaren Empfindlichkeits-Schwankungen für die aufeinander folgenden Termen der homologen Reihen Veranlassung geben. Wir erhalten dadurch eine Analogie mit den Beschränkungen des Sehfeldes und der Gehörslinie[1]. Solche Riechfeldbeschränkungen werden nicht nur auf peripherische Processe zurückgeführt werden können (welche dann in den Netzhautablösungen und in den Blutungen im Labyrinthe ihre Analogien finden), auch der Neurolog wird ihnen begegnen, denn vermutlich wiederholt sich die localistische Differenzierung noch einmal im Riechkolben, in welchem jede Riechzelle ihren Glomerulus hat, und schließlich im Ammonshorn. Es findet dabei nicht unwahrscheinlich eine teilweise Kreuzung statt, denn die Compensation tritt ebenso sehr auf, wenn die wettstreitenden Gerüche durch verschiedene Nasenhälften gerochen werden. In allen diesen Fällen wird es deshalb äußerst wichtig sein, gerade nach der Richtschnur, welche unsere Hypothese uns bietet, Untersuchungen anzustellen. Wir werden wohl hierzu gezwungen, weil wir in der Hypothese eine Denkform finden, welche die Gesammtsumme aller Thatsachen zu vereinigen sucht, und wir am schnellsten zu dem noch Unbekannten gelangen werden, wenn wir in unseren Forschungen von dem bereits Bekannten ausgehen.

1) Zeitschrift für Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane. 1894. B. 7. S. 10.

# Anhang I.

## Der chemische Sinn der niederen Tiere.

Wir beschränkten bisher unsere Betrachtungen ausschließlich auf die höheren Säugetiere. Dies geschah, weil nur bei diesen von einem Geruchssinne ohne Zweideutigkeit die Rede sein kann. Man findet wohl bei den niederen Klassen der Wirbeltiere Organe, deren Functionen vielleicht mit jener unseres Riechsinnes übereinstimmen dürften, von welchen es aber dessenungeachtet ungewiss bleibt, ob deren Thätigkeit vollkommen mit den unserigen analog sei. Es entsteht nämlich die Schwierigkeit, dass bei den Wassertieren der Riecheindruck nicht durch gasförmige, sondern durch im Wasser aufgelöste Moleküle hervorgebracht wird. Denn dann ergiebt sich die Frage, ob wohl noch die gleichen Gesetze Geltung haben, welche wir für die in der Luft lebenden Säugetiere feststellen konnten. Vermutlich wird dies nicht in jeder Beziehung der Fall sein. Wenigstens stützt der Verlust des Geruchssinnorganes, sobald Säugetiere durch ihre Lebensweise zu Wassertieren geworden sind (Walfisch, Delphin), eine solche Annahme nicht. Es kann daher auch für die specielle Physiologie des Geruches von keinem Belang sein, die niederen Wirbeltierklassen in den Kreis unserer Betrachtungen zu ziehen.

Wir nahmen jedoch zugleich auch Abstand von dem weiteren Überblick, den die vergleichende Physiologie gewährt. Folge davon ist, dass uns einige Punkte dunkel geblieben, welche mit Hülfe der vergleichenden Physiologie leicht aufzuklären gewesen sein würden. Wir wollen versuchen, in diesem letzten Abschnitte uns noch einmal auf den freieren Gesichtspunkt zu stellen.

Wenn wir die Klassen der Vögel und Reptilien, bei welchen das Sinnesorgan im Allgemeinen jenem der Säugetiere analog, jedoch mehr reduciert angelegt ist, mit Stillschweigen übergehen, finden wir bei den Batrachiern einigermaßen einen Übergang angebahnt, obwohl bei diesen das Geruchsorgan noch ein echtes Luftorgan ist, da der Frosch seine

Nasenöffnung im Wasser schließt[1]). Erst bei den Fischen treten namhafte Veränderungen ein. Das Organ wird bei diesen ein Wassersinneswerkzeug. Es ist sogar nicht länger vom Atemholen abhängig. Nichtsdestoweniger bleibt das Sinnesorgan noch immer für Wahrnehmungen auf einige Entfernung eingerichtet. Es werden von den Gegenständen in der Umgebung Moleküle freigegeben, welche im Wasser aufgelöst oder suspendiert, durch Diffusion oder Strömung in die Nähe der Fische geraten. Diese Moleküle berühren das Sinnesorgan, welches, durch sie gereizt, den Eindruck dem Gehirne zuführt. Das Charakteristische ist nun auch hier wieder, dass das Nahrungsmittel geprüft werden kann, ehe es in die Mundhöhle aufgenommen wird. Das Tier ist demzufolge zu einer Auswahl befähigt. Es nimmt die passende Nahrung zu sich und weist die schädliche zurück. Als Sinn für den Appetit beim Menschen, als Sinn für das Auffinden und die Auswahl der Nahrung bei den Säugetieren behält das Riechorgan dieselbe wichtige Function auch bei den Fischen und wirkt dort in gleicher Weise auf Entfernung wie bei uns.

Es werden demnach die Riechstoffe in Wasser aufgelöst oder darin suspendiert den Fischen zugeführt. Ebenso wie es bei den höheren Säugetieren nicht hauptsächlich die flüchtigen Bestandteile der Nahrungsmittel, sondern im Gegenteile die mindest flüchtigen sind, welche zur Charakterisierung durch den Geruch benutzt werden, ebenso wenig sind es vermutlich die leicht löslichen, die hierzu in Thätigkeit kommen. Werden doch letztere so rasch aus den oberflächlichen Schichten ausgelaugt und so schnell weithin im Medium verbreitet, dass sie schwerlich zum Aufspüren und Erkennen verwendet werden können. Wir dürfen daher annehmen, dass hier wohl etwas Specifisches stattfinden möge, wie es bei den Säugetieren der Fall ist, bei denen hauptsächlich Fetttröpfchen, welche die flüchtigen Fettsäuren des Schweißes festhalten, die Spur für den Geruch erkennbar machen. Vielleicht sind es jetzt etwa Abschürfungen der Beutetiere, die mit dem specifischen Geruch dieser Wesen geschwängert im Wasser flottieren, welche die Aufmerksamkeit des verfolgenden Tieres erregen. In die Nähe der Riechzellen gebracht, kommt dann schließlich eine kleine Wolke von Riechstoffmolekülen, welche diese Schüppchen umschwebt, mit den Riechhärchen in Berührung und lösen den adäquaten Reiz aus. Dies ist wenigstens die wahrscheinlichste Vorstellung[2]).

---

1) Ecker, Anatomie des Frosches. III. S. 79. (Ausgabe Wiedersheim.)

2) Dieser Gedankengang schließt offenbar sowohl die Hypothese Joh. Müller's (erst Lösung der Riechstoffe in der Schleimschicht und dann Riechen), als auch die Ansicht Aronsohn's (der Mensch ist im Stande, auch Riechstoffe zu riechen, wenn diese in isotonischen Lösungen vorkommen) aus. Besäße der Mensch

Zugleich ist von selbst das Verhältnis zum Geschmack scharf bezeichnet. Herrscht von dem engeren Standpunkte der menschlichen Physiologie noch immer einige Ungewissheit über das Verhältnis von Geruch und Geschmack, ein Verhältnis, das, wie sehr auch bestritten, noch immer am besten durch Kant's: »der Geruch ist ein Geschmack in der Ferne« angedeutet wurde, vom Standpunkte der vergleichenden Physiologie ist die Sache deutlich genug. Geruch ist eine sinnliche Wahrnehmung, welche, bei den höheren Tieren an das Atemholen gebunden, durch das Riechorgan empfangen wird, ein Sinneswerkzeug, welches die Nahrungsmittel erkennt, ehe sie in den Mund aufgenommen werden, ein Sinneswerkzeug, das die dem umgebenden Medium zuströmenden und darin diffundierenden Moleküle auffangend im Stande ist, beim Aufspüren der Beute, beim Aufsuchen der Nahrung, zum Erkennen der Artgenossen und deren Geschlechtes dienlich zu sein. Die Thätigkeit dieses Sinnes wird eine große Anzahl von Associationen notwendig machen, und es kann uns nicht wundern, wenn zu diesem Zwecke bei den osmatischen Tieren ein ganzer Hirnlappen angelegt ist. Dagegen ist der Geschmack ein Sinneswerkzeug, welches an den Nahrungscanal gebunden ist, welches die Nahrung erst untersucht, nachdem dieselbe in die Mundhöhle aufgenommen wurde, das demzufolge auch nicht für Wahrnehmungen aus der Entfernung eingerichtet ist. Doch beide, sowohl Geruch als Geschmack, sind, wie wir bereits in dem Abschnitte über das gustatorische Riechen hervorgehoben haben, Sinne für den Chemismus der Nahrungsstoffe.

Ganz anders verhält es sich, wenn man die wirbellosen Tiere betrachtet. In dieser Hinsicht wurde gerade in der letzten Zeit wichtiges Material gesammelt.

J. Chatin hat im Jahre 1880 in seinen Vorträgen über die Sinneswerkzeuge in den Tierreihen mit großer Sorgfalt das bislang Bekannte auch auf unserem Gebiete zusammengestellt. Dadurch[1]) wird eine Übersicht geboten, welche uns auf vortreffliche Weise zur Orientierung dienen kann. Später wurde jede der großen Tierklassen Gegenstand monographischer Bearbeitungen, so dass wir gegenwärtig über dieselben bereits

---

Fischriechhärchen, dann wäre sowohl das eine wie das andere anzunehmen; da dies jedoch nicht der Fall ist, so scheinen obige Hypothesen sogar a priori unstatthaft. Damit ist, wie Nagel sehr treffend bemerkt, noch keineswegs ausgeschlossen, dass bei Füllung der Nasenhöhle mit Lösungen von Magnesium-Sulfat u. s. w. Geruchswahrnehmungen entstehen können. Im Gegenteile, ebenso wie ein Faustschlag auf das Auge Lichtflimmern hervorruft, so kann Reizung durch nicht adäquate Lösungen erfolgen (selbst dann, wenn diese in isotonischen Concentrationen angewendet werden).

1) J. Chatin, Les organes des sens dans la série animale. Paris 1880.

Wichtiges wissen, besonders über die Anatomie der Geruchsorgane, sowie auch einigermaßen über die Physiologie derselben.

Die niedrigst stehenden aller Lebewesen, welche eine Spur von Sinnesvermögen für chemische Reize zeigen, sind wohl gewiss die Medusen, die Schirmquallen. Nagel[1]) hat sehr genaue Experimente darüber angestellt. Er wählte für seine Untersuchungen in Neapel die Medusa carmarina testata. Dieses Tier besteht bekanntlich aus einem mit der Convexität nach oben gerichteten abgerundeten Schirm, an dessen unterer Seite die Mundöffnung zu dem centralen sogenannten Magenstiel führt und von dessen Rande lange Randtentakel fadenförmig herunter hängen. Diese Randtentakel zeigten sich bei Berührung mit einem Glasfaden fast unempfindlich, nur die Nesselzellen kommen dabei (ausschließlich an den berührten Stellen) zur Entladung. Erst durch wiederholtes Streichen kann ein kräftiger Reflex ausgelöst werden. Man darf jedoch nicht folgern, dass diese Tiere an anderen Stellen ihrer Haut ebenso unempfindlich seien. Im Gegenteile erfolgte bei Berührung des Überganges von der Unterfläche des Schirms auf den Magenstiel eine heftige Reaction. Die Randtentakel fungieren daher hier offenbar nicht als Tastorgane. Dagegen sind sie für chemische Reize sehr deutlich empfänglich. Man wähle hierzu den Ruhezustand, während dessen die sechs langen hohlen Randfäden senkrecht herumhängen. Brachte Nagel dann ein Tröpfchen einer Lösung gewisser Schmeckstoffe aus einer feinen Pipette gegen einen solchen Randfaden, so erfolgte zuerst eine örtliche Verdichtung des Fangarmes und hierauf eine allgemeine Reaction, bestehend in dem korkzieherförmigen Hinaufziehen der sechs Fäden[2]).

Eine zweite sehr niedrig stehende Tierklasse, über deren Empfänglichkeit für chemische Reize etwas bekannt geworden, sind die Rippenquallen, worüber ebenso Nagel neuerdings Mitteilungen machte. Als Untersuchungstier diente die Beroë ovata, an deren äußerer Oberfläche jedoch kein umschriebenes chemisches Sinnesorgan gefunden wurde. Das ganze Integument aber schien mehr oder minder für Chinin (wässrige Lösung 1 : 50), Cocaïn, Strychnin u. s. w., obgleich nicht auffallend, empfindlich. Dabei mag ein bandförmiger granulierter Streifen etwas innerhalb des Mundrandes als Geschmackswerkzeug gelten[3]).

Haben wir hier ein Beispiel eines chemischen Sinnesorganes, welches im Eingange der Verdauungshöhle gelegen ist, so finden wir bei den Korallentieren die analoge Function ganz außerhalb dieser Höhle versetzt. Bei diesen sind es die Fangarme, welche auch durch mechanische

1) Pflüger's Archiv. Bd. 57. S. 514.
2) W. Nagel, Pflüger's Archiv. Bd. 54. S. 187.
3) Nagel, Pflüger's Archiv. 1894. Bd. 57. S. 506.

Reize in Thätigkeit treten, sich nach einwärts beugen, sobald sie berührt werden. Dann folgt die chemische Untersuchung des berührten Körpers. Giebt dieser Geschmacksstoffe ab, so wird er nach innen geschoben durch Zusammenwirkung sämtlicher Fangarme[1]). Diese Tentakel beschränken jedoch ihre Wahrnehmungen ausschließlich auf die unmittelbare Nachbarschaft. Krebs- oder Fischfleisch können bis auf 1 mm vorsichtig genähert werden, ohne dass die Tentakel es verspüren. Fleischsaft hingegen versetzt sie in Unruhe.

Auch bezüglich der chemischen Sinnesorgane der Coelenteraten wurden wir durch Nagel's schöne Versuche wenigstens über einige Arten aufgeklärt, und endlich besitzen wir über die Würmer einige Thatsachen durch die genauen Studien, welche bereits seit Leydig über die becherförmigen Sinneswerkzeuge der Hirudo angestellt wurden. Weiter als bis zur anatomischen Kenntnis derselben hat man es jedoch noch nicht gebracht.

Glücklicherweise verhält es sich wieder günstiger bezüglich der Mollusken. Besonders über die Gastropoden hat eine Anzahl von Untersuchungen Aufklärung gebracht. Bereits Moquin-Tandon berichtete 1855, dass die Landschnecken riechen können und diese Fähigkeit verlieren, wenn man ihre Fühler abschneidet. Diese Thatsache wurde zu wiederholten malen bestätigt, und sowohl die histologischen Eigentümlichkeiten, welche dieses merkwürdige Riechorgan bietet, als auch die Einzelheiten der Versuche wurden ausführlich erforscht[2]). Dagegen wurde bei der höchsten Klasse der Cephalopoden das Riechorgan nur anatomisch erforscht. Vogt und Yung beschreiben es als ein kleines »Nervenknötchen«, aus welchem eine feine Nervenfaser entspringt, welche sich in einem hinter dem Auge befindlichen Grübchen verzweigt. Dieses Grübchen ist eine Einstülpung des Integuments und besitzt eine schlitzförmige Öffnung. Die Innenwand ist mit großen cylindrischen Flimmerzellen ausgekleidet, zwischen welchen großkernige Sinneszellen eingebettet sind, die nach der Höhlung zu ein Stäbchen tragen und mit dem anderen Ende mit dem Nerven in Verbindung treten. Die Autoren folgten in dieser Beschreibung jener Zarnow's, welcher 1869 die erwähnten Zellen als Riechzellen aufgefasst hat. Einen analogen Bau zeigt das Riechorgan der Tunicaten, bei denen an der Rückseite an der Medianlinie ein becherförmiges Organ sich befindet, dessen Boden mit Haarzellen versehen ist.

Genauer als über das Geruchsorgan der Mollusken sind wir über jenes der Crustaceen orientiert. Konrad May[3]) stellte in Hen-

1) Nagel, Pflüger's Archiv. 1894. Bd. 57. S. 835.

2) Vogt und Yung, Lehrbuch der vergleichenden praktischen Anatomie. 1888. Bd. I. S. 789. — R. Dubois, Comptes rendus. CXI. S. 66.

3) K. May, Über das Geruchsorgan der Krebse. Inauguraldissertation. Kiel 1887.

sen's Laboratorium in Kiel eine eingehende schöne Untersuchung darüber an.

Die verschiedenen Formen, in welchen die Antennulae der Krebse und Krabben mit Riechhärchen ausgestattet sind, wurden aufs neue genau untersucht. Auch deren Zusammenhang mit dem Nervensystem konnte mit Hülfe von Ehrlich's Methylenblaufärbung nachgewiesen werden. Zu diesem Zwecke werden einige Tröpfchen einer concentrierten wässerigen Lösung von Methylenblau mittels einer Pravazschen Spritze in das Herz eines lebendigen Tieres eingeführt. Nachdem der Farbstoff durch die Circulation sich verbreitet und in die Gewebe übergegangen, differenzierten sich schließlich die Nervenfasern und es gelang May, letztere bis zu den Riechhaaren zu verfolgen. Allein wichtiger als alles dieses, wichtiger als die Entdeckung einer dazwischen gelagerten sogenannten Ganglienzelle, als jene auch der Spaltung in Fibrillen, aus welcher eine Wiedervereinigung dieser Fibrillen stattfinden soll, sind die merkwürdigen Ergebnisse, welche an den feinen Riechhärchen von Myses festgestellt wurden. Diese Riechhärchen besitzen eine Chitinhülle und einen flüssigen Inhalt, welcher nach dem Tode gerinnt. Eine viel stärkere Gerinnung wird jedoch durch Riechstoffe zu Stande gebracht, nämlich durch Schwefelwasserstoffgas und durch Carbolsäure. Andere Riechstoffe, wie Leuchtgas und Moschus, üben keinen Einfluss aus, vielleicht, wie May meint, weil sie in Wasser zu wenig löslich sind. Alkoholische Lösungen, z. B. Ammoniaklösungen, lösen solche Gerinnsel wieder auf. Kann es wundern, dass diese in den Riechhärchen im Zusammenhange mit den Nervenfibrillen befindliche »Riechgallerte« zu merkwürdigen Folgerungen berechtigt und ein Verständnis des Mechanismus des Riechens bei diesen Wassertieren in Aussicht stellt? Die im Seewasser aufgelösten Riechgase, von welchen das Schwefelwasserstoffgas unzweifelhaft eines der namhaftesten, dringen durch Endosmose in die Riechhärchen ein, verursachen dort Gerinnung, welche als Reiz auf die Nervenendigungen wirkt. Über weitere Speculationen, bei welchen auch der Anordnung der Riechhärchen Rechnung zu tragen ist und eine ähnliche Hypothese entwickelt wird wie jene, zu welcher uns die Diffusion der Riechgase in der Riechspalte der Säugetiere Veranlassung gab, sei auf das Original selbst verwiesen[1].

Endlich besitzen wir eine reiche Literatur über den Geruch bei den Insecten, bei welchen unser Sinneswerkzeug eine viel größere Rolle zu spielen scheint, weil es Lufttiere sind. E. Jourdan[2]) z. B. giebt eine

1) a. a. O. S. 31.

2) E. Jourdan, Die Sinne und Sinnesorgane der niederen Tiere. Deutsche Übersetzung in Weber's Bibliothek. 1891.

gute und anregend geschriebene Übersicht über die Untersuchungen Hauser's, Graber's, Forel's und Plateau's, und vor einigen Wochen erschien sogar eine umfangreiche Monographie von der Hand W. A. Nagel's[1]), in welcher alle früheren Untersuchungen auf diesem Gebiete kritisch geprüft und vervollständigt werden. Ich konnte hier nur einen Teil davon benutzen, da bis zum Augenblicke des Abschlusses dieses Abschnittes nur der erste Teil veröffentlicht war.

Bezüglich der Methode der Untersuchung macht Nagel darauf aufmerksam, dass es nicht genüge, durch einen oder den anderen chemischen Stoff eine Reaction an den Versuchstieren hervorzurufen, um daraus zur Folgerung berechtigt zu sein, dass das Tier ein Geruchs- oder Geschmacksvermögen besitze. Erzeugen doch Ammoniak- oder Osmiumdämpfe, welche mit der Bindehaut in Berührung kommen, auch eine Reaction, und doch riecht die Conjunctiva nicht. Von einem speciellen chemischen Sinnesorgane werden wir deshalb nebst der Reaction auch ein Unterscheidungsvermögen fordern müssen. Wir werden dieses Unterscheidungsvermögen bei den niederen Tieren wohl nicht weiter analysieren können, als bis zum einfachen Gegensatze zwischen angenehm und unangenehm. Im ersteren Falle werden wir eine »Anziehungsreaction«, im anderen eine »Abstoßungsreaction« erhalten.

Nun dient, sagt Nagel, das chemische Sinnesorgan im Allgemeinen für drei Zwecke:

a) die Unterscheidung der Nahrungsmittel;
b) die Unterscheidung der Artgenossen, des Geschlechtes und der Feinde;
c) die Entdeckung der Verunreinigungen der Medien, besonders bei Wassertieren.

In den meisten Fällen dürfte *a* der experimentellen Beantwortung zugänglich sein, vor allem, wenn man die Lebensweise des Tieres genau erforscht und namentlich seine gewöhnliche Nahrung kennen lernt. Am besten und sichersten wird man also sein Ziel erreichen, wenn man versucht, »Anziehungsreactionen« zu finden. Durchaus verwerflich jedoch sind die »Abstoßungsreactionen« nicht. Doch sollte man nicht übersehen, dass nur rasch (innerhalb 5—10 Secunden) auftretende Reactionen Werte besitzen, und weiter, dass die Geruchs- oder Geschmacksstoffe in so großen Verdünnungen angewendet werden müssen, dass von Schmerzwahrnehmungen schwerlich die Rede sein kann. Unter der letzten Bedingung sind die ätherischen Öle keineswegs verwerflich, obwohl man

---

1) W. A. Nagel, Vergleichende physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe. Stuttgart 1894. Leuckart und Chun, Bibliotheca zoologica. Heft 18. (Bis jetzt nur die erste Hälfte erschienen.)

in vielen Fällen einem Extract eines gewöhnlichen Nahrungsstoffes den Vorzug wird geben müssen, mit welchem Extract man z. B. Fließpapier tränken kann.

Eingehende Untersuchungen berichtet der bislang veröffentlichte Teil der oberwähnten Abhandlung nur über einen Wasserkäfer, den Dytiscus marginalis, als einen Prototyp der Insecten. Es ist ein Raubtier, welches in der Wahl seiner Nahrung sich »entschieden durch den Geschmack« bestimmen lässt. Diese Käfer fressen z. B. begierig Fromage de Brie. Hat dieses Futter längere Zeit im Wasser gelegen, so sind die charakteristischen Extractivstoffe größtenteils entfernt und spüren diese Tiere den Käse kaum. Auf größeren Entfernungen als 1 cm gewahren sie dann auch nicht lebendige Beutetiere oder frisch ins Wasser geworfenes Fleisch, offenbar weil die Verbreitung der löslichen Riechstoffe nur sehr langsam vor sich geht. Es sind die anderen Sinneswerkzeuge, vorzüglich das Tastorgan, welches die Käfer ihre Beute finden lässt, während das chemische Sinnesorgan nur dazu dient, um zu beurteilen, ob der ergriffene Gegenstand zur Nahrung geeignet sei oder nicht. Fließpapier wird sehr schnell losgelassen, wenn es mit 4 % Essigsäure[1]), Chloral und Chinin (1,25 %) oder Strychnin (0,66 %) getränkt ist. Dagegen wird es mit großer Begierde benagt, wenn es Zucker, Fleischsaft oder Liebig's Fleischextract enthält. Es ist daher kein Zweifel, dass die Käfer ein äußerliches chemisches Sinnesorgan besitzen. Dieses erhält sich, selbst wenn die Fühler abgeschnitten werden, und verschwindet nach Entfernung der Taster so gut wie völlig. Dann erhält sich nur das innerliche chemische Sinnesorgan, dessen Sitz die Gaumenplatte ist. Nagel hält den sogenannten »hohlen Grubenkegel« für den örtlichen Sitz des äußerlichen chemischen Sinnesorganes. Alles Übrige an den Fühlern ist Tastorgan. Anschließend an dieses als Beispiel angeführte Tier teilt Nagel noch einige kürzere Bemerkungen über die Landkäfer mit. Er kommt zu der Schlussfolgerung, »dass bei allen mit feinerem Geruchssinn begabten Käfern und überhaupt Insecten der Sitz des diesem Sinne dienenden Organes die Fühler sind, dass aber zweifellos einzelnen Insectenfamilien, speciell auch einzelnen Käfern, das Riechvermögen der Taster nicht fehle.«

Die reichhaltige Literatur über diesen Gegenstand wird zugleich kritisch behandelt.

Das Ergebnis, zu welchem wir gelangen, wenn wir alles bislang über die Riechorgane Bekannte in Erwägung ziehen, ist meines Erachtens einfach dies, dass bei den wirbellosen Tieren sicherlich vielfältig

1) Essigsäure scheint mir in einer zu ansehnlichen Concentration untersucht zu sein. Sie übertrifft vielmals die menschliche Reizschwelle.

ein sogenanntes chemisches Sinnesorgan sich vorfindet, dass aber von einem Sinneswerkzeuge, welches eine vollkommene Analogie mit dem Geruchsorgane bietet, nicht die Rede sein kann. Nicht etwa, dass die verschiedenen chemischen Sinnesorgane der wirbellosen Tiere keine gemeinschaftlichen Eigenschaften mit unserem Geruchsorgane böten; im Gegenteile Wahrnehmung in Entfernung, sowie Beurteilung der Nahrung, ehe sie in die Mundhöhle aufgenommen wird, kommt gleichfalls bei diesen Wesen vielfach vor. Auch ist es nicht ein etwaiger Unterschied in der Art und Weise des Functionierens, welcher diese unsere Folgerung begründet. Wir wissen über den inneren Mechanismus der chemischen Sinnesorgane, sowohl der wirbellosen Tiere als der Wirbeltiere, so viel wie nichts. Es dürfte wohl sein, dass alle diese verschiedenen Organe, seien sie nun in Aushöhlungen oder an den Fühlern gelegen, sämtlich durch die Einwirkung der chemischen Reize auf das Protoplasma des Endorganes angeregt werden, in der Weise, wie May bei den Krabben es sich vorstellt. Doch selbst wenn eine solche Übereinstimmung in der feineren Functionierung nicht eine unbewiesene Hypothese wäre, wenn auch vielleicht einmal sich herausstellen sollte, dass alle diese chemischen Sinnesorgane, so verschieden deren anatomische Lagerung, deren embryologischer Ursprung und deren histologischer Bau auch sei, sonderbar genug in den Eigenschaften des Protoplasmas ihrer Sinneszellen Identität zeigten, dennoch würden es keine Riechorgane in unserer Deutung des Wortes sein. Der Sprachgebrauch bezeichnet damit ein Sinneswerkzeug, welches für die Mehrzahl der höheren Tiere das Hauptsinnesorgan ist. In Übereinstimmung damit geht jener Teil der Hirnrinde, mit welchem es localisiert ist, Verbindungen mit beinahe allen übrigen Stellen des Centralorgans ein.

Auch ist der Bau des Riechcentrums selbst ungemein compliciert. In der That haben Golgi, Ramon y Cajal und ihre Nachfolger eine sehr verwickelte Structur desselben nachgewiesen. Ein hoch differenziertes Sinneswerkzeug also, dessen Schärfe und Feinheit wir in diesem Werke bewunderten, welches vermutlich mit mehr Qualitäten als der Schallsinn, der Temperatursinn oder der Gesichtssinn ausgestattet ist, welches auch anatomisch mit einer ausgebreitet entfalteten Sinnesschleimhaut ausgestattet und im Centralnervenorgane mit einem umfangreichen Apparat versehen ist. Bei den Wirbeltieren behauptet nur der Gesichtssinn damit gleichen Rang. Im Gegensatze zu diesem hoch differenzierten Sinneswerkzeuge besitzen die Wirbeltiere ein so primitives Geschmacksorgan, dem auch im Centralorgan ein so bescheidenes Plätzchen angewiesen ist, dass man bislang noch nicht im Stande gewesen, es zu entdecken. Vergleichbar mit dem Geruchssinn ist es weder wegen eines einheitlichen Endorganes (denn die Geschmackswärzchen und die

Schmeckbecher sind über verschiedene Teile des Einganges zum Verdauungscanal: Zunge, Gaumen, Epiglottis, zerstreut), noch wegen eines besonderen Gehirnnerven (der Glossopharyngeus und der Trigeminus streiten um den Vorrang). Ebensowenig findet man für den Geschmack ein weit und breit Einfluss übendes Centrum. Wie will man bei den Wirbeltieren auch nur einigermaßen Geruch und Geschmack in gleiche Reihe stellen, abgesehen natürlich von äußerlichen Verwandtschaften, welche wir im früheren Abschnitte über das gustatorische Riechen besprachen? Nur ein Zug ist ihnen gemeinschaftlich. Man sagt, Geruch und Geschmack seien stark affective Sinne, womit man andeuten will, dass bei dem Bewusstwerden dieser Empfindungen das sie begleitende Gefühl von Lust und Unlust sehr in den Vordergrund trete. Doch aus welcher Ursache geschieht dies? Weil die zum Bewusstsein geweckten Vorstellungen nicht die Klarheit und Begrenztheit besitzen, welche den durch den Gesichts- und Tastsinn hervorgerufenen Vorstellungen eigentümlich sind. Wundt weist in seiner physiologischen Psychologie darauf hin, dass, wenn die Klarheit sehr vollkommen ist, von Affect kaum die Rede sein kann. Umgekehrt ist es sehr begreiflich, dass bei einem Sinnesorgane, welches nur unbestimmte, nebelhafte Vorstellungen hervorzurufen vermag, der begleitende Affect sehr stark ausgeprägt sein wird. Sich beim logischen Denken ausschließlich der Geruchs- oder Geschmacksvorstellungen zu bedienen, wäre fast unmöglich. Denn die Ordnung der Ideen kann nicht nach Raum, sondern nur nach Zeit geschehen[1]. Es entstehen Contrastwirkungen und Verwandtschaften, welche unzweifelhaft für die Art und Weise, in welcher das Bewusstsein gegenüber den besonderen »Empfindungen« sich verhält, von Bedeutung sind, aber nicht zu weiteren Ideenassociationen Veranlassung geben, wenigstens nicht beim Menschen. Und gerade bei diesem gilt es, dass, wo eine klare Vorstellung fehlt, der Affect das einzig Mögliche ist.

Der stark affective Charakter des Geruchs- und des Geschmackssinnes ist daher eine negative Eigenschaft. Er rechtfertigt gewiss die Gleichstellung des Geruches und des Geschmackes und die Vereinigung beider zu einem sogenannten chemischen Sinneswerkzeuge nicht. Der neue Begriff, von Nagel so energisch verteidigt, kann vielleicht für die niederen

---

1) Auch für den Gehörssinn besteht dasselbe Verhalten, und wir finden dann auch, dass Schalleindrücke für sich selbst, wenn sie nicht wie die der Sprache als Zeichen für vollständige Erinnerungsbegriffe oder Abstractionen dienen, keineswegs das eigentliche Denken anregen. Wie bekannt, ist in Übereinstimmung hiermit die Musik von einem ungemein starken Affect begleitet. Reine Schallvorstellungen, nach der Intensität, nach der Klangfarbe und nach der Tonhöhe des Grundtones verschieden, folgen einander rhythmisch, ohne dass eine Ordnung im Raume stattfindet.

Tiere gerechtfertigt sein, deren chemische Sinneswerkzeuge sicherlich weder homolog noch analog mit dem Geruchs- oder Geschmackssinnesorgane der Wirbeltiere sind; sobald man das Gebiet der letzteren betritt, wird man ihn jedoch aufgeben müssen. Sowohl Geruch als Geschmack sind von jeher scharf definierte Sinne von verschiedenem anatomischen Bau und verschiedener Localisation. Man findet sie in der ganzen Wirbeltierreihe zurück, stets mit ihren anatomischen und histologischen Eigenschaften ausgerüstet. Dass das peripherische Endorgan nun in einem Falle in der Luft, im andern im Wasser functionieren muss, ist für das Festhalten der Homologie kein Hindernis. Die wenigen Forscher, welche im Laufe der Zeiten den Fischen den Geruch abgesprochen und die in den Nasentaschen vor sich gehenden Verrichtungen einfach »Geschmack« genannt haben, weil es sich um das Riechen im Wasser handelte, haben es ohne Zweifel von einem unrichtigen Standpunkte aufgefasst. Findet sich doch stets bei den Fischen ein sogar sehr entwickelter Bulbus olfactorius vor, von welchem der Riechnerv nach vorne abgeht und im Sinnesepithel der Nasentaschen endigt, gerade wie es der Olfactorius der höheren Wirbeltiere im Epithel der Regio olfactoria thut. Dass die Homologie nicht weiter verfolgt werden kann, ist nur dem Umstande zuzuschreiben, dass das corticale Projectionsgebiet, das Ammonshorn, bei den Fischen fehlt, aus dem einfachen Grunde, weil sie überhaupt keine Hirnrinde haben. Es mangelt ihnen nach Edinger jede Spur des Organes, in welchem die höheren psychischen Functionen sich abspielen. Aber insofern eine Vergleichung möglich ist, bleibt die Homologie unbeeinträchtigt: Riechhärchen, Riechzellen, Fila olfactoria, Glomeruli, Mitralzellen sind alle vorhanden, von einer Übereinstimmung mit dem Geschmacksorgane hingegen ist keine Spur. Es wäre vollkommen willkürlich, behaupten zu wollen, dass die Nasentaschen der Fische nicht riechen, sondern schmecken.

»Chemisches Sinnesorgan« sei also ein bei niederen Tieren sehr brauchbarer Sammelbegriff von sehr von einander abweichenden Sinneswerkzeugen, welche die Tiere von verschiedenen Typen über die chemische Zusammensetzung der Nahrung aufklären. Bei den Wirbeltieren verdränge er nicht die scharfen Erfahrungsvorstellungen, welche unsere Wissenschaft bereits über das Riechorgan erworben hat. Anstatt Klarheit würde die Einführung des neuen Terminus nur Verwirrung bringen, weil Übereinstimmungen vorausgesetzt wären, wo sie gänzlich fehlen. Zwischen unserem Geruchsorgane und dem chemischen Sinneswerkzeuge der Insekten besteht keine bekannte Verwandtschaft. Dass sie beide zur Erkenntnis der Nahrung dienen, kann schwerlich als solche gelten, denn auf diese Weise beurteilt, würde die Nase des Hundes, der seine Nahrung hauptsächlich durch den Geruch aufspürt, und das Auge des

Geiers, welcher zu diesem Zwecke ausschließlich das Gesicht gebraucht, mit gleicher Berechtigung in dergleichen Verbindung gebracht werden können.

Wir erkennen die Nahrung:

1) durch den Geruch,
2) mittels des Tastsinnes der Nasenschleimhaut,
3) durch den Geschmackssinn, und
4) mittels des Tastsinnes der Mundhöhle.

Die chemische Zusammensetzung derselben wird durch diese vier Sinnesorgane gemeinschaftlich vermittelt. Von diesen leistet der Geruch wohl gewiss die wichtigsten Dienste, aber das mehr oder weniger Reizende des Verdampfungsproductes, die Geschmacksqualitäten der aufgelösten Bestandteile, die Gefühlswahrnehmung im Munde, machen sich bei einigen Nahrungsmitteln sehr deutlich geltend und tragen zur Bestimmtheit des Urteils sehr wesentlich bei. Sollte man nun diese vier Sinnesvermögen vereinigt als chemischen Sinn beschreiben? Was durch uralte Analyse erobert wurde, würde durch eine solche Synthese verloren gehen.

# Anhang II.

## Die klinisch-neurologische Geruchsmessung.

Obgleich das Thema eigentlich nicht in eine Physiologie des Geruches hineingehört, erscheint es doch aus praktischen Gründen wichtig, hier, wenigstens ganz schematisch, etwas über die klinische Geruchsmessung mitzuteilen. Dabei wollen wir vorzugsweise die Bedürfnisse der neurologischen Kliniken berücksichtigen.

Die Geruchsuntersuchung soll sowohl quantitativ als qualitativ stattfinden. Am besten kommt man zum Ziel, wenn man beides gleichzeitig anstrebt, indem man aus jeder unserer neun Geruchsklassen einen passenden Olfactometer wählt. Bei einer ausgedehnten Untersuchungsreihe, welche ich zusammen mit Dr. C. Reuter anstellte, bin ich bei folgenden Riechstoffen stehen geblieben:

| Feste Riechstoffe. | Geruchsklasse. | Lösungen. |
|---|---|---|
| Gelbes Wachs | I. Aetherei | Essigsaures Isoamyl (Birnäther) |
| Anissamen | II. Aromatici | . . . . . . |
| Benzoës | III. Fragrantes | Vanillin |
| Sumbul | IV. Ambrosiaci | Trinitrobutyltoluol |
| Asa foetida 1 : 10 | V. Alliacei | Allylsulfid |
| Geteerter Cylinder | VI. Empyreumatici | Pyridin |
| Hammeltalg | VII. Hircini | Valeriansäure |
| Opium | VIII. Tetri | . . . . . . |
| Scatolholz | IX. Nauseosi | Scatol. |

Die riechenden Principien unserer festen Riechstoffe gehören zu den Parfums im Sinne Passy's, d. h. sie haben eine ungemein große Riechkraft und eine geringe Flüchtigkeit. Der vollständig ausgeschobene Cylinder von 10 cm Länge entspricht einem bestimmten Olfactienwert, welcher in folgender Tabelle angegeben ist:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| I. Gelbes Wachs | 10 cm | = 50 | Olfactien | |
| II. Anissamen | 10 - | = 12000 | - | |
| III. Benzoës | 10 - | = 50 | - | |
| IV. Radix Sumbul | 10 - | = 1250 | - | |
| V. Asa foetida 1 : 10 | 10 - | = 600 | - | |
| VI. Geteerter Cylinder | 10 - | = 10000 | - | (circa!) |
| VII. Hammeltalg | 10 - | = 3000 | - | |
| VIII. Opium | 10 - | = 1250 | - | |
| IX. Scatolpapier | 10 - | = 6000 | - | (circa). |

Mit Hülfe der Tabelle lassen sich die Ablesungen leicht zu Olfactien umrechnen.

Etwas umständlicher ist es, die gleichen Angaben für die Lösungen zusammenzustellen, weil man je nach dem Grade der Anosmie, welche untersucht wird, verschiedene Verdünnungen benutzen soll. Für schwache Concentrationen liegen die normalen Schwellenwerte, vollständige Imbibierung und vollkommenen Abschluss vorausgesetzt, bei folgenden Cylinderlängen:

I. Essigsaures Isoamyl 1 : 10000 = 0,7 cm
II.
III. Vanillin 1 : 1000 = 0,4 [1] cm
IV. Trinitrobutyltoluol 1 : 5000000 = 0,4 cm
V. Allylsulfid 1 : 5000 = 0,3 cm
VI. Pyridin 1 : 2000 = 0,1 bis 0,2 cm
VII. Valeriansäure 1 : 10000 = 0,5 cm
VIII.
IX. Scatol 1 : 100000 = 0,5 cm.

Am geeignetsten beginnt man die klinische Untersuchung mit der Prüfung an festen Riechstoffen. Die Resultate, in Olfactien umgerechnet, werden dann graphisch dargestellt, indem man die gefundenen Olfactienwerte für jede Geruchsklasse als Ordinate in ein Coordinatensystem einträgt. Man bekommt auf diese Weise schnell eine Übersicht und kann nachher für die etwa zweifelhaften Stellen mit Lösungen nachprüfen. Dazu soll man langsam verdampfende, chemisch reine Körper wählen, da es nur für diese möglich ist, ohne große Fehlerquellen in kurzer Zeit zu einer Endbestimmung zu gelangen.

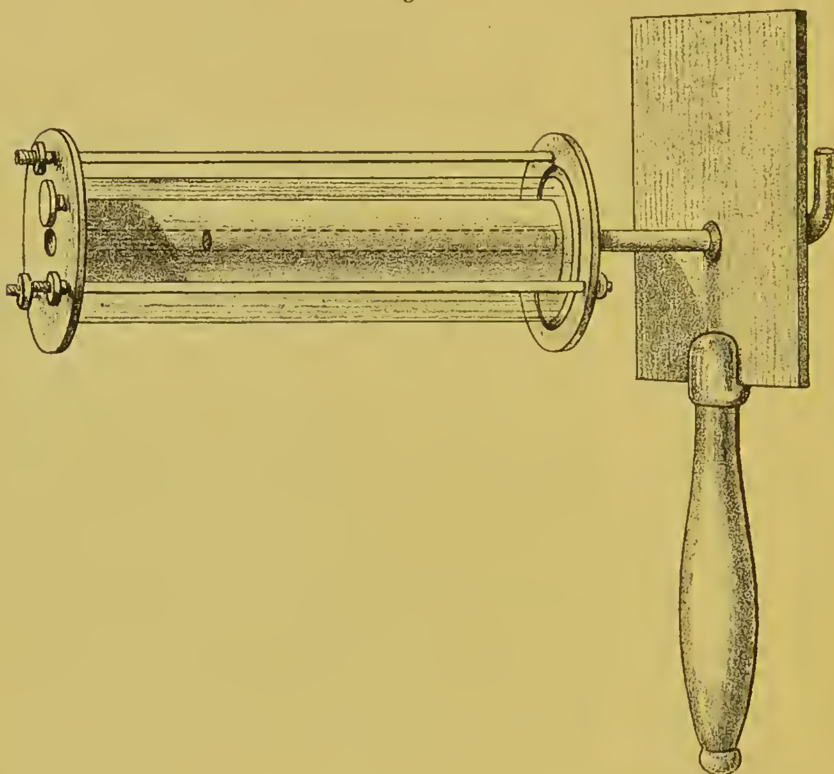
Eine auf diese Weise auch mit den Lösungen durchgeführte Untersuchung bleibt jedoch noch ein ziemlich umständliches Verfahren. Die

---

1) 0,3 für die Lösung in Glycerin.

Herstellung der Lösungen, die vollständige Imprägnierung der Cylinder nimmt eine ziemlich lange Zeit in Anspruch. Darum haben wir eine Vereinfachung angestrebt, die darin besteht, dass man den olfactometrischen Cylinder dauernd mit einem Flüssigkeitsmantel versieht. Wie folgende Abbildung zeigt, kann dies sehr leicht geschehen, indem man den

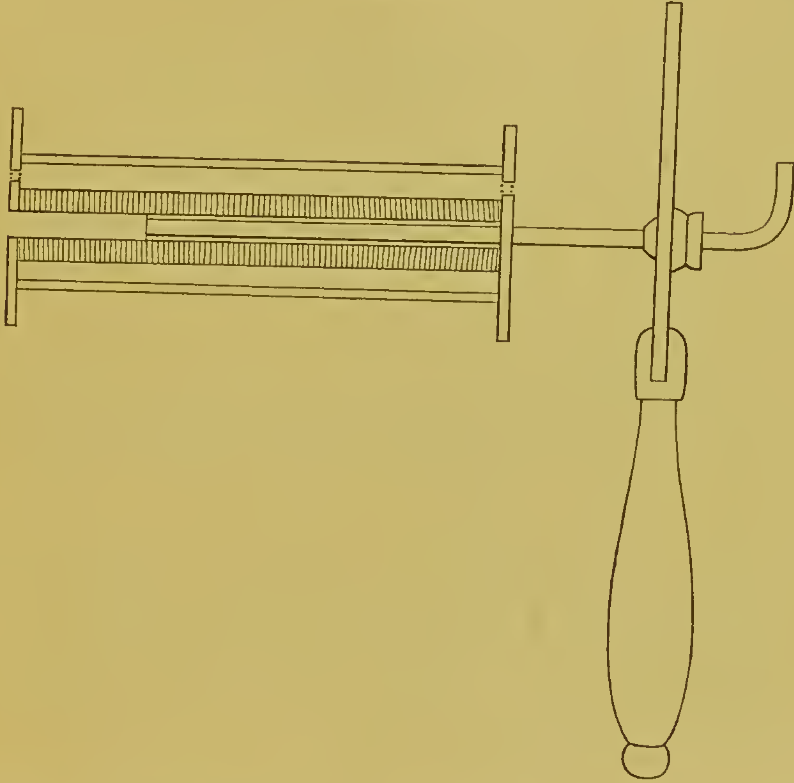
Fig. 27.



Porzellancylinder mit einem weiteren Glasrohr umgiebt, in der Weise, dass zwischen porösem Cylinder und Glasrohr ein genügender Zwischenraum bleibt. Letzterer wird durch genau anschließende, mit Kork bedeckte Metallplatten geschlossen und durch zu diesem Zwecke angebrachte Öffnungen mittels einer feinen Pipette mit einer der obengenannten Riechstofflösungen gefüllt. Nach einiger Zeit wird auch der poröse Cylinder damit imprägniert sein, verhältnismäßig schnell, wenn man die Fürsorge getroffen hat, einen bereits imprägnierten Cylinder zum Einschrauben zwischen den Metallplatten zu benutzen. Dann wird der Apparat unmittelbar zum Gebrauche fertig sein und wird es bleiben, wenn man öfters (mindestens jeden zweiten Tag) den Flüssigkeitsmantel durch einfaches Ablassen und Wiederanfüllen erneuert. Das erneute Füllen kann sogar fortfallen, wenn man eine Lösung in Glycerin wählt, weil der Riechstoff sich darin nicht zersetzt.

Bei dieser Modification des Olfactometers ist es nicht unbedingt nötig, sich eines Brettchens als Schirm zu bedienen, weil die breiten Metallplatten des wohl verschlossenen Apparats zum Schutze des andern Nasenlochs genügen. Ferner fällt hier auch die Schwierigkeit weg, dass man die Concentration der Lösung nicht über eine gewisse Grenze stei-

Fig. 28.



gern kann. Es gelingt ganz gut mit Lösungen zu arbeiten, welche bei vollständig ausgeschobenem Cylinder 100 bis 1000 Normalolfactien entsprechen, ohne befürchten zu müssen, dass durch den Händen anhaftende Riechpartikelchen die Untersuchung gestört wird, da man ja mit dem porösen Cylinder nicht direct in Berührung kommt. Ein so vorbereiteter Cylinder dürfte eigentlich in keiner Nervenklinik fehlen, da man vermittels desselben im Stande ist, innerhalb weniger Minuten eine quantitative Geruchsuntersuchung durchzuführen, also einen Krankheitsfall auf wissenschaftlicher Grundlage olfactometrisch zu beurteilen. Vorläufig genügen zwei derartige Cylinder. Man wähle eine Lösung aus den Nahrungsgerüchen und eine aus den Zersetzungsgerüchen, z. B. Vanillin und eine höhere Fettsäure, sodass die Aldehydenergie und die hircinische Energie vertreten sind.

Zum Schluss sei es noch erlaubt, auf einige Fehler hinzuweisen,

welche von in Olfactometrie ungeübten Untersuchern vielfach gemacht werden. In erster Linie sei daran erinnert, dass die Porzellancylinder nie trocken in eine Riechlösung hinein gelegt werden sollen, weil dann der Steingeruch des Cylinders einen Teil des Duftes compensiert. Die Porzellancylinder sollen im Gegenteil stets vorher in strömendem oder öfters erneuertem Wasser von ihrem Steingeruch befreit und dann unmittelbar, ohne sie zu trocknen, nass mit der Riechlösung imprägniert werden.

Falls man befürchtet, dass sich bei länger dauernder Füllung etwas von dem Riechstoff in dem Porzellancylinder condensiert, genügt es, den ganzen Apparat ab und zu in eine größere Menge Wasser zu legen, bevor man ihn von neuem anfüllt. Zweckmäßigerweise wird man dann auch das Lumen des Cylinders nachher mit Riechstofflösung füllen, die Enden mit Kork verschließend, damit sich derselbe um so schneller wieder ganz imbibiert.

Dass die Innenfläche des olfactometrischen Cylinders nicht der Austrocknung ausgesetzt sein soll, brauchen wir nicht besonders hervorzuheben. Man verschließe nur den mit Flüssigkeitsmantel armierten Cylinder entweder mit einem Innenröhrchen oder mit Korkstöpseln. Während des Versuchs genügt ersteres, sonst geben wir Korkverschluss den Vorzug.

Wohl sei hier noch einmal betont, dass die Endbestimmung immer mit auf's neue gereinigten, bez. mit einem anderen sauberen, dazu bereit gehaltenen Innenröhrchen stattfinden soll. Nur dann ist man dieser Fürsorge enthoben, wenn die durch Adhäsion der Innenwand anhaftende Riechstoffmenge unter der Reizschwelle bleibt, was bei hochgradig Anosmischen häufig der Fall sein wird.

---

# Anhang III.

## Morphologische Literatur über das Geruchsorgan der Vertebraten[1]).

### A. Skelett, Riechwülste.


1. Allen, Harrison, On a revision of the ethmoid bone in the mammalia with special reference to the description of this bone and the sense of smelling in the Cheiroptera. Bullet. of the museum of comparative zoology. St. Harvard college. Vol. X. No. 3. 1882.
2. Ayers, H., On the structure and development of the nasal rays in Condylura cristata. Biolog. Centralbl. IV. 12. 1884. S. 356. 360.
3. Born, G., Über die Nasenhöhle und den Thränennasengang der Amphibien. Morph. Jahrb. Bd. II. S. 577—646. Taf. XXXIX—XLI.
4. —— Die Nasenhöhlen und der Thränennasengang der amnioten Wirbeltiere. I (Saurier). Morph. Jahrb. Bd. V. S. 62—140. Taf. VI—VIII.
5. —— Die Nasenhöhlen und der Thränennasengang der amnioten Wirbeltiere. II (Vögel). Morph. Jahrb. Bd. V. S. 401—429. Taf. XXIII—XXIV.
6. —— Die Nasenhöhlen und der Thränennasengang der amnioten Wirbeltiere. III (Ringelnatter). Morph. Jahrb. Bd. VIII. 1883. S. 188—232. Taf. IX u. X.
7. Disse, Die Ausbildung der Nasenhöhle nach der Geburt. Arch. f. Anat. u. Phys. 1889. Anat. Abthlg. Supplementband S. 29—55.
8. Keibel, F., Zur Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie der Nase und des obern Mundrandes bei Vertebraten. Anat. Anzeiger. VIII. 1893. S. 473—487.
9. Legal, E., Die Nasenhöhlen und der Thränennasengang der amnioten Wirbeltiere. IV (Säugetiere). Morph. Jahrb. Bd. VIII. S. 353—372. Taf. XV.
10. Merkel, F., Beitrag zur Kenntnis der postembryonalen Entwicklung des menschlichen Schädels. Festgabe für J. Henle. 1882.
11. Schwalbe, Anatomie der Sinnesorgane. 1887. Geruchsorgan S. 47—76.
12. —— Über die Nasenmuscheln der Säugetiere und des Menschen. Sitzungsber. d. phys.-ök. Ges. zu Königsberg. Jahrgang 23.


1) Die Literaturliste verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. C. Reuter, dem ich hier öffentlich meinen Dank ausspreche. Dieser um die Olfactologie so verdiente Forscher ist nicht müde geworden, seine Literaturliste aus dem Jahre 1892 (Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 22) immer wieder aufs neue zu vervollständigen und nach den Originalen zu controllieren.

13. Seydel, O., Über die Nasenhöhle der höheren Säugetiere und des Menschen. Morph. Jahrb. XVII. 1891. S. 44—99. Taf. IV—VI.
14. Solger, B., Nebenhöhle des Geruchsorgans von Gast. acul. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 57. 1894. S. 186.
15. Spurgat, Die regelmäßigen Formen der Nasenknorpel des Menschen in vollständig ausgebildetem Zustande. Anat. Anz. 1893. S. 228—238.
16. Wiedersheim, R., Anatomie der Gymnophionen. 1879.
17. —— Über rudimentäre Fischnasen. Anat. Anz. II. 1887. S. 652—657.
18. Zuckerkandl, Das periphere Geruchsorgan der Säugetiere. Eine vergleichend anatom. Studie. 1887.
19. —— Über die morphol. Bedeutung des Siebbeinlabyrinths. Wiener med. Wochenschr. Nr. 39 u. 40. 1887.
20. —— Die Siebbeinmuscheln des Menschen. Anat. Anz. VII. 1892. S. 13—25.
21. —— Normale und patholog. Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumat. Anhänge. 2. Aufl. 1893. Bd. I.

## B. Regio olfactoria.

1. Arnstein, Die Methylenblaufärbung als histologische Methode. Anat. Anz. II. 1887. Nr. 5. S. 125—135.
2. Babuchin, Das Geruchsorgan. Handbuch der Lehre von den Geweben von Stricker. 1872. Bd. 2. S. 964—976.
3. Blaue, J., Über den Bau der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien etc. Zoolog. Anz. 1882. S. 657—660.
4. —— Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien, namentlich über Endknospen als Endapparate des N. olf. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abthlg. 1884. 3. Heft. S. 231—310.
5. Bovier Lapierre, Vascularité de l'épith. olf. Soc. de biol. No. 39. 15 déc. 1888. p. 833—834.
6. Brunn, A. v., Die Membrana limitans olf. Vorl. Mitteilung. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1874. S. 709.
7. —— Untersuchungen über das Riechepithel. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XI. 1875. S. 468 u. ff.
8. —— Weitere Untersuchungen über das Riechepithel und sein Verhalten zum N. olf. Ebenda. Bd. XVII. 1880. S. 141—151.
9. —— Beiträge zur Mikroskopie der menschl. Nasenhöhle. Ebenda. Bd. XXXIX. 1892. S. 632—651.
10. —— Die Endigung der Olfactoriusfasern im Jacobs. Organ des Schafes. Ebenda. Bd. XXXIX. 1892. S. 651—652.
11. Buchalow, Ein Beitrag zur Mikrochemie der Geruchsorgane. Petersb. med. Wochenschr. Nr. 35. 1885. Refer. im Internat. Centralblatt f. Laryng. etc. II. Jahrg. April 1886. Nr. 10. S. 419.
12. Cajal, S. Ramón y, Nuevas aplicaciones del método de coloracion de Golgi. Terminaciones del nervio olfatorio. Diciembre 1889. Barcelona.
13. —— Origen y terminacion de las fibras nerviosas olfatorias. Gacet. sanit. municipal de 10 de diciembre 1890.
14. —— Nuevo concepto de la Histologia de los centros nerviosos. Barcelona. Heinrich y Ca. 1893. p. 43.
15. Chiarugi, Sur le développement du nerf olfact. chez la Lacerta muralis. Arch. ital. de biolog. XVIII. 3. 1893. p. 303.

16. Cisoff, Zur Kenntnis der Regio olfactoria. Centralblatt f. d. medic. Wissenschaften. Nr. 44. Sept. 1874. S. 689—691.
17. —— Zur Frage über die Endigung der Rieehnerven beim Frosch. Arbeiten d. Naturf. Ges. an der Universität Kasan. Bd. 8. Liefg. 1. 1879. (Russisch.)
18. Christmas-Dirkink-Holmfeld, Experimentelle Untersuchungen über den Bau der Geruchsschleimhaut. Nordiskt medieinskt Archiv. Bd. 15. Nr. 3. Ref. Fortsehr. d. Med. 1883. S. 772.
19. Colasanti, Untersuchungen über die Durchschneidung des N. olfactorius bei Fröschen. Arch. f. Anat., Phys. u. wissensch. Med. 1875. S. 469—476.
20. Disse (Kallius), Ergebnisse der Anat. u. Physiol. von Merkel und Bonnet. II. Bd. 1894. S. 92.
21. Disse, J., Über Epithelknospen in der Regio olfact. der Säuger. Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Nr. 1. Sep.-Abdr. 6 S.
22. Dogiel, Untersuchungen über die Drüsen der Regio olfact. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. 26. 1886. S. 50—60.
23. —— Über den Bau des Geruchsorgans bei Ganoiden, Knochenfischen und Amphibien. Ebenda. Bd. 29. 1887. S. 74—139.
24. —— Berichtigungen zu letzterer Arbeit. Ebenda. Bd. 29. S. 593—594.
25. Eeker, A., Berieht über die Verhandlungen der Ges. zur Beförd. d. Naturwiss. zu Freiburg i. B. 1855. Nr. 12.
26. —— Über die Geruehsschleimhaut des Menschen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 8. Bd. 1856. S. 303—306.
27. Eekhard, Über die Endigungsweise der Geruchsnerven. Beiträge z. Anatomie u. Physiol. Gießen. Heft 1. 1855. S. 77.
28. Ehrlich, Über die Methylenblaureaction des lebenden Nervengewebes. Deutsche med. Wochenschr. 1886.
29. Erichsen, De textura nerv. olf. eiusque ramorum. Dissert. Dorpat 1857.
30. Exner, S., Untersuchungen über die Riechschleimhaut des Frosches. Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. 63. II. Abthlg. Januar 1871. S. 44—62.
31. —— Weitere Studien über die Structur der Riechschleimhaut bei Wirbeltieren. Ebenda. Bd. 65. III. Abthlg. Januar 1872. S. 7—40.
32. —— Fortgesetzte Studien über die Endigungsweise des Geruchsnerven. 3. Abhandlung. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. 76. 3. Abthlg. 1878.
33. Feliseh, Beitrag zur Histologie der Schleimhaut in den Lufthöhlen des Pferdekopfes. Dissert. 1878.
34. Foettinger, Recherches sur la structure de l'épiderme des Cyclostomes et quelques mots sur les cellules olfaetives de ces animaux. Bulletin de l'académie royale de Belgique. 2. série. T. 61. 1876.
35. Gastaldi, Acad. reale delle scienze di Torino. Class. mathemat. e fis. 2. ser. Tom. XVII. p. 372.
36. Gegenbaur, Leydig und Müller, Verhandlungen d. phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. V. 1855. S. 17.
37. van Gehuehten, A., Contributions à l'étude de la muqueuse olfactive chez les mammifères. La Cellule. T. VI. 1891.
38. Grassi und Castranovo, Beiträge zur Kenntnis des Geruchsorganes des Hundes. Arch. f. mikroskop. Anat. 34. Bd. 1889. S. 385—390.
39. Grimm, Über die Endigung der Nervenfasern in dem Geruchsorgane bei Stören. Arbeiten der St. Petersburger Naturf. Vers. Bd. IV. 1873. S. 114—122. (Göttinger Nachrichten. 1872. S. 537—539. Vorläufige Mitteilung.)

40. Heidenhain, A., Über die acinösen Drüsen der Schleimhäute, insbesondere der Nasenschleimhaut. Inaug.-Diss. Breslau 1870.
41. Hoffmann, C. K., Onderzoekingen over den anatom. bouw van de membran. olfact. Amsterdam 1866. Refer. Henle's und Meißner's Berichte über die Fortschr. d. Anat. etc. 1867.
42. Hoyer, De tunicae mucosae structura. Diss. inaug. Berolin. 1852, und in Müller's Archiv. 1857.
43. —— Über die mikroskop. Verhältnisse der Nasenschleimbaut verschiedener Tiere und des Menschen. Reichert u. du Bois' Archiv. 1860. S. 50.
44. Kaufmann, Über die Bedeutung der Riech- und Epithelzellen der Regio olf. Medic. Jahrb. Heft 2. 1886. S. 79—96.
45. Key, Axel und Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems u. des Bindegewebes. 1. Hälfte. 1875. S. 217.
46. Klein, E., The glands of tbe nasal cavity of the guinea pig. Quart. Journal of microsc. science. Bd. XX. 1880. S. 477—479.
47. —— Atlas of Histology. London 1880. p. 410.
48. Kölliker, Olfactoriusfasern des Ochsen u. des Schafes. Würzb. Verh. 1854.
49. —— Ausbreitung der Nerven in der Gerucbsschleimhaut der Plagiostomen. Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. Dec. 1856.
50. —— Beobachtungen über die Olfactoriusfasern der Plagiostomen. Würzb. Verhandlungen. Bd. VIII. 1858.
51. Krause, E., Die Regio olfact. des Schafes. Diss. Rostock 1881.
52. Krause, W., Handbuch der Anatomie. 3. Aufl. 1. Bd. 1876. S. 176. 2. Bd. 1879. S. 830.
53. Langerhans, Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Verhandl. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B. Bd. VI. 1873.
54. Lenhossék, M. v., Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. Wiesbaden 1894. III. Die Nervenendigungen in der Riechschleimhaut. S. 71—79.
55. Löwe, Beiträge zur Anatomie der Nase und Mundhöhle. Berlin 1878.
56. Luschka, Das Epithelium der Riechschleimhaut des Menschen. Med. Centralblatt. 1863.
57. Lustig, A., Die Degeneration des Epithels der Riechschleimhaut des Kaninchens nacb Zerstörung der Riechlappen desselben. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1884. Bd. 89 (3). S. 119—132.
58. —— Sulle cellule epiteliali nella regione olfattiva degli embrioni. Atti della R. Academia delle scienze di Torino. Vol. XXIII. 1887—1888. S. 324—333.
59. Madrid-Moreno, Über die morphol. Bedeutung der Endknospen in der Riechschleimhaut der Knochenfische. Biolog. Centralblatt. Nr. 19. 1. December 1886. S. 589—592.
60. Marshall, A. Milnes, Notes on the development of the olfactory nerve and olfactory organ of Vertebrates. Proc. Royal Soc. London. Vol. 28. Nr. 190.
61. —— The morphology of the vertebrate olfactory organ. Quart. Journ. of micr. science. July 1879. p. 300. Ref. von Merkel in Virchow-Hirsch's Jahresber. 1879. Bd. I. S. 93.
62. Newell, Martin H., Über die Structur der Riechschleimhaut. Journal of Anat. and Phys. VIII. 1873. Hofmann u. Schwalbe's Jahresber. 1874.
63. Paschutin, Über den Bau der Schleimhaut der Regio olfact. des Frosches. Bericht über die Verhandlungen der K. Sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig. 1873. S. 257—266.

64. Paulsen, Über die Drüsen der Nasenschleimhaut, besonders der Bowmanschen Drüsen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26. 1886. S. 307—321.
65. Perejaslawzewa, Sophie, Vorläufige Mitteilung über die Nase der Fische Diss. inaug. Zürich 1876.
66. —— Über den Bau und die Form des Geruchsorganes bei Fischen. Arbeiten d. St. Petersburger Naturf. Ges. Bd. IX. 1878. S. 36—49. (Russisch.) Ref. in Fr. Hofmann u. Schwalbe's Jahresber. Bd. VII. Lit. 1878. I. Abtlg. Anat. Leipzig 1879.
67. Pogojeff, L., Über die feinere Structur des Geruchsorganes des Neunauges. Arch. f. mikr. Anat. 1888. Bd. 31. S. 1—15.
68. Preobraschensky, Zur Kenntnis des Baues der Regio olfact. Wiener klin. Wochenschr. 1891. Nr. 7.
69. —— Beiträge zur Lehre über die Entwickelung des Geruchsorganes beim Huhne. Mitteil. aus d. embryol. Institut Wien. V. (2.) 1892.
70. Putelli, F., Über das Verhalten der Zellen der Riechschleimhaut bei Hühnerembryonen früher Stadien. Wiener med. Jahrb. 1888. S. 183 u. ff.
71. Ranvier, Traité technique d'histologie. Paris 1889. p. 720. Technisches Lehrbuch der Histologie, übers. von Dr. Nicati u. Dr. H. v. Wyss. Leipzig 1888. S. 855—866.
72. Rémy, Ch., Die Schleimhaut der Nasenhöhle (La membrane muqueuse des fosses nasales). Paris 1879.
73. Retzius, G., Das Riechepithel der Cyclostomen. Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgeschichte. 1880. S. 9—24.
74. —— Endigungen der Riechnerven. Biolog. Unters. N. F. III. S. 25.
75. —— Zur Kenntnis der Nervenendigungen in der Riechschleimhaut. Ebenda. IV. 1892. S. 62.
76. —— Die Riechzellen der Ophidier in der Riechschleimhaut und im Jacobsonschen Organ. Ebenda. VI. 1894. S. 48—51.
77. Schiff, J. M., Der erste Hirnnerv etc. Moleschott's Unters. etc. VI. 1859.
78. Schiefferdecker, Gewebelehre. I. 1891. S. 88. 89. 96. 98.
79. Schultze, F. E., Epithel- und Drüsenzellen. Arch. f. mikr. Anat. III. 1867.
80. Schultze, M., Über die Endigungsweise der Geruchsnerven und der Epithelialgebilde der Nasenschleimhaut. Ber. d. K. Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1856. S. 504—514.
81. —— Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, namentlich die Structur und Endigungsweise der Geruchsnerven beim Menschen und den Wirbeltieren. Abhandlgn. d. Naturf. Ges. zu Halle. Bd. VII. 1862.
82. —— Das Epithelium der Riechschleimhaut des Menschen. Centralblatt für die medic. Wissenschaften. 1864. S. 385—390.
83. Schwalbe, G., Der Arachnoidalraum ein Lymphraum und sein Zusammenhang mit dem Perichorioidalraum. Centralblatt für die medic. Wissenschaften. 1869. Nr. 30. S. 465—467.
84. Seeberg, Disquisitiones microscopicae de textura membranae pituitariae nasi. Dissert. inaug. Dorpati 1856.
85. Sidky, Mahmoud, Recherches anatomo-microscopiques sur la muqueuse olfactive. Thèse de Paris 1877.
86. Suchannek, H., Beiträge zur feineren normalen Anatomie des menschlichen Geruchsorgans. Arch. f. mikr. Anat. 1890. Bd. 36. S. 375—403.
87. —— Beitrag zur Frage von der Specificität der Zellen in der tierischen und menschlichen Riechschleimhaut. Anat. Anz. VI. 1891. S. 201—205.

88. Suchannek, H., Differential-diagnostische Merkmale zur Unterscheidung zwischen normalem und pathologischem menschlichen Riechepithel, resp. respiratorischem Flimmerepithel. Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Ohrenheilkunde. XXII. 1891.
89. —— Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Nasenschleimhaut. Anat. Anz. VII. 1892. S. 55—59.
90. —— Mikroskopische Anatomie der menschlichen Nasenhöhle, speciell der Riechschleimhaut. Zeitschr. f. Ohrenheilkunde. 1893. S. 93.
91. Todd-Bowman, The anatomy and physiology of man. 1856. Vol. II. p. 1—13. (Die 2. Abteilung, in der zuerst auf die intensiv braungelbe Färbung der Regio olfact. aufmerksam gemacht wurde, erschien bereits 1847.)
92. Toldt, Gewebelehre (Geruchsapparat). 1877.
93. Tourneux, T., Geruchsschleimhaut. Compt. rend. de la Soc. de Biolog. IV. 1883. p. 179—186.
94. Waldeyer, Über die Riechschleimhaut des Menschen. Arch. f. Psych. u. Nervenkr. 1884 Bd. 15. S. 279. 280.
95. Waldschmidt, J., Beitrag zur Anatomie des Centralnervensystems und des Geruchsorganes von Polypt. bichir. Anat. Anz. II. 1887. S. 308—324.
96. Welcker, Untersuchung der Retinazapfen und des Riechepithels bei einem Hingerichteten. Zeitschr. f. ration. Med. 3. R. Bd. 20. 1863. S. 178—181.

## C. Jacobson'sches Organ.

1. Balogh, Das Jacobson'sche Organ des Schafes. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. 32. 1860.
2. Bawden, H., The nose and Jacobson's organ, with special reference to Amphibia. Journ. f. comparat. Neurol. V. 4. Jahrg. 1894. p. 117—152.
3. Beard, J., Morphological studies. Nr. 4. The nose and Jacobson's organ. Zoolog. Jahrb. Bd. III. 1889. p. 753—783.
4. Dursy, Zur Entwickelungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbeltiere. Tübingen 1869. S. 135—139.
5. Fleischer, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Jacobson'schen Organs etc. Sitzungsber. d. phys.-med. Societät zu Erlangen. 1877.
6. Ganin, H., Jacobson'sches Organ der Vögel. Zool. Anz. Nr. 336. 1890. S. 285—287.
7. Gratiolet, Recherches sur l'organe de Jacobson. Paris 1845.
8. Gegenbaur, C., Rudiment einer septilen Nasendrüse beim Menschen. Morph. Jahrb. XI. 1886. S. 486.
9. Harvey, R. T., Note on the organ of Jacobson. Quart. Journal of microscop. science. 1882. Bd. 23. S. 50—52.
10. Herzfeld, P., Über das Jacobson'sche Organ des Menschen und der Säugetiere. Zool. Jahrb. Abtlg. f. Anat. u. Ontogenie der Tiere. Bd. 3. 1888.
11. Howes, G. B., On the probable existence of a Jacobson's organ among the Crocodilia. Proc. zool. soc. London. Febr. 1891. p. 148.
12. Jacobson, M., Description anatomique d'un organ observé dans les mammifères. Annales du musée d'histoire naturelle. T. 18. Paris 1811. p. 412 u. ff.
13. Kangro, C., Über Entwickelung und Bau der Steno'schen Nasendrüse d. Säugetiere. Dissert. Dorpat 1882.
14. Klein, E., Contributions to the minute anatomy of the nasal mucous membrane. Quart. Journ. of micr. science (Jac. Organ des Meerschweinchens). Bd. 21. 1881. S. 98—113.

15. Klein, E., A further communication to the minute anatomy of the organ of Jacobson in the guinea pig. Quart. Journ. of micr. science. 1881. S. 219—230.
16. —— The organ of Jacobson in the rabbit. Ebenda. Bd. 21. 1881. S. 549—570.
17. —— The organ of Jacobson in the dog. Ebenda. Bd. 22. 1882. S. 299—310.
18. Kölliker, Über das Jacobson'sche Organ des Menschen. Rinecker, Festschrift. 1877. S. 3—12.
19. Lenhossék, M. v., Die Nervenursprünge und ihre Endigungen im Jacobson-schen Organ des Kaninchens. Anat. Anz. VII. 1892. S. 628—635.
20. Leydig, Fr., Zur Kenntnis der Sinnesorgane der Schlangen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 8. 1872.
21. Macallum, A. B., The nasal region in Eutaenia. Proceedings of the Canad. inst. Tor. Vol. 1, 5. 1883.
22. Meek, A., On the occurrence of a Jacobson's organ, with notes on tbe development of the nasal cavity, the lacrymal duct and the Harderian gland in Crocodilus porosus. Journ. of anat. and phys. Vol. XXVII.
23. Merkel, Fr., Jacobson'sches Organ und Papilla palatina beim Menschen. Anat. Hefte, herausgegeben von Fr. Merkel und R. Bonnet. III. Heft. Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.
24. Piana, Contribut. alla conoscenza dell' organo di Jac. 1880. Ref. in d. Zeitschr. f. Tiermedicin. Bd. VII. S. 325—326.
25. Romiti, G., Rudimenti di organo di Jacobs. nell' uomo adulto. Soc. fra i cult. d. scienz. med. Siena. 1884.
26. Röse, C., Über das rudimentäre Jacobson'sche Organ der Krokodile und des Menschen. Anat. Anz. VIII. 1893. S. 458—472.
27. —— Über das Jacobson'sche Organ von Wombat und Opossum. Ebenda. S. 766—768.
28. Sarasin, P. u. F., Ergebnisse naturwiss. Forscbungen auf Ceylon. Bd. II. Heft 1—4. 1887—90.
29. Sluiter, C. Ph., Das Jacobson'sche Organ von Crocodilus porosus (Schn.). Anat. Anz. VII. 1892. S. 540—545.
30. Wright, R. Rawsey, Organ of Jacobson in Ophidia. Zool. Anz. 1883. S. 389.

## D. Centraler Riechapparat.

1. Bellonci, G., Sui lobi olfattorii del Nephrops norvegicus. Memorie dell' Accad. di Bologna. Ser. IV. T. I. p. 429—431.
2. —— Intorno all' apparato olfattivo e olfattivo ottico, nuclei rotundi Fritsch, del cervello dei Teleostei. R. Acc. dei Linci Anno 282. Roma 1885.
3. Brill, The true homology of the mesal portion of the hemispheric vesicle in the Sauropsida. Med. Rec. 1890.
4. Broca, Le grand lobe limbique et la scissure limbique. Revue d'Anthropologie. 1878.
5. —— Recherches sur les centres olfactifs. Ebenda 1879.
6. Bumm, Übcr ein bisher noch selten beobachtetes Markbündel an der Basis des menschlichen Gehirns. Arch. f. Psych. Bd. 12.
7. Burckhardt, Rud., Untersuchungen am Hirn und Geruchsorgan von Triton und Ichthyophis. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 52. 1891. S. 388—394.
8. Cajal, R. y Pedro, Estructura del bulbo olfatorio de las aves. Gacet. sanit. de Barcelona. 10. setiembre 1890.

9. Cajal, R. y Santiago, Origen y Terminacion de las fibras nerviosas olfatorias. Gacet. sanit. municipal de 10 de diciembre de 1890.
10. —— Monatsschr. f. Anat. u. Phys. Bd. VI.
11. —— Anat. Anzeiger. 1890. Nr. 3 u. 4.
12. —— Sur la struct. de l'écorce cérébrale de quelques mammifères. La Cellule. 1891.
13. —— Observaciones anatomicas sobre la corteza cerebral y Asta de Ammon. Actas de la sociedad Española de Historia natural. Segunda serie. Tomo I. Dec. 1892.
14. —— Feinere Anatomie des großen Hirns. I. Feinere Structur des Ammonshornes. Zeitscbr. f. wiss. Zool. 1893. Bd. 56. S. 615—663.
15. —— Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux. Paris 1894.
16. Calleja, La region olfatoria. Madrid 1893.
17. Clarke, Lockhard, Über den feineren Bau des Bulb. olfact. Zeitschr. f. wiss Zool. 11. Bd. 1862.
18. Dana, The central tracts of olfactory nerfs and their diseases. N.-Y. med. Journal. 4. may 1889.
19. Duval, La corne d'Ammon. Arch. de Neurologie. Tome II. 1881. p. 161—173. T. III. 1882. p. 1—54.
20. Edinger, L., Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirns I. Das Vorderhirn. Abh. d. Senckenb. Nat. Ges. Frankfurt 1888.
21. —— Vergleichend-entwickelungsgesch. u. anatomische Studien im Bereiche der Hirnanatomie. Anat. Anz. VIII. 1893. Nr. 10 u. 11. S. 305—321.
22. —— Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. Leipzig, F. C. W. Vogel, 1893. Riechapparat S. 57—70.
23. Ferrier, D., Die Functionen des Gehirns. Deutsch von H. Obersteiner. Braunschweig, Vieweg u. Sohn.
24. —— Vorlesungen über Hirnlocalisation. Deutsche autor. Ausgabe von M. Weiss. Wien, 1892.
25. Fish, P. A., The partial ocelusion of the olfactory lobe in the Canidae. Americ monthly microsc. Journal. March 1891. Vol. XXII. p. 49—52.
26. Forel, A., Beitrag zur Kenntnis des thalam. optic. und der ihn umgehenden Gebilde bei den Säugetieren. Diss. inaug. Zürich 1872. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. Wien. III. Abt. Juniheft 1872.
27. —— Untersuchungen über die Haubenregion etc. Arch. f. Psych. Bd. VII. (I. Fig. 6. 7. 8. Fornix long. u. Erklärungen dazu.)
28. Frigerie, Contribution à l'étude de la localisation de l'odorat. Revue mensuelle p. 143.
29. Ganser, S., Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morphol. Jahrb. VII. 1881. S. 591—725.
30. v. Gehuchten et Martin, Le bulbe olfactif chez quelques mammifères. La cellule. T. VII. 1891.
31. Giacomini, Fascia dentata del grande hippocampo nel cervello umano. Giornale della R. Accad. di Med. di Torino. Fasc. 11 e 12. 1883.
32. Golgi, Sulla fina struttura dei bulb. olf. Reggio Emilia 1875. Sep.-Abdr. 23 S. 1 Tafel. Refer. Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1876. Nr. 39. S. 693—696.
33. —— Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripheren Nervensystems. Deutsch von Dr. R. Teuscher. Jena, G. Fischer, 1894. Nr. IV. Über den feineren Bau des bulb. olf. (1875.) S. 46—55.
34. —— Dasselbe. Nr. VIII. Über die feinere Anatomie der Centralorgane. Über die feinere Anatomie des Pes hippocampi maior. S. 120—139. Ursprung des tract. olf. und Bau der lobi olf. S. 139—144.

35. Gudden, Arch. f. Psych. etc. Bd. II. Ges. Abhandlgn. Nr. XV.

36. Guldberg, G. A., Zur Morphologie der Insula Reilii. Anat. Anz. II. 1887. S. 659—665.

37. Herrick, C. L., Additional notes on the Teleost brain. Anat. Anz. 1892, und ausführlicher Journal of compar. Neurology. Mai 1892.

38. —— Cerebrum and olfact. of the Opossum. Journ. of comp. Neur. 1892.

39. —— The cerebrum and olfactories of the Opossum, Didelphys and Virginia. Bull. Sc. Lab. of Denis. Univers. V. 6. 1893.

40. —— The callosum and hippocampal region in Marsupial and lower brains. Journal of comp. Neurology. III. 1893. S. 176.

41. Hill, A., The hippocampus. Phil. Transactions of the Royal Soc. Bd. 184. 3. 1893. p. 389—429.

42. His, W., Über die Entwickelung des Riechlappens und des Riechganglions etc. Verh. d. anat. Ges. zu Berlin 10.—12. Oct. 1889. G. Fischer, Jena. p. 63—66. S. a. Anat. Anz. 1889.

43. —— Die Formentwickelung des menschlichen Vorderhirns etc. Abhdlgn. d. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Classe. XV. Bd. Nr. VIII. 1889. Das primäre Verhalten des Riechnerven. Das Riechganglion und seine Entstehung. S. 717—723. Der Riechbulbus und seine Verbindung mit dem Ganglion olfactorium. S. 723—726.

44. Hochhaas, Balkenmangel im menschlichen Gehirn. D. Zeitschr. f. Nervenheilkunde. IV. 1—2. 1893.

45. Holm, J. F., The development of the olfactory organ etc. Morph. Jahrb. XXI. 4.

46. —— Some notes on the early development of the olfact. organ of Torpedo. Anat. Anz. 1894. X. Nr. 6. S. 201—207.

47. Honegger, J., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Fornix und die zu ihm in Beziehung gebrachten Gebilde im Gehirn des Menschen und anderer Säugetiere. Inaug.-Diss. Zürich 1890.

48. Klinkowström, Les lobes olf. du Fulm. glacialis. Verhlgn. d. biolog. Vereins in Stockholm. Bd. 3. 1891. S. 10—11.

49. Kölliker, A. v., Zur Entwickelung des Auges und Geruchsorgans menschlicher Embryonen. Würzb. Verhandlgn. N. F. 17. Bd. 1883. S. 229—257.

50. —— Über Golgi's Untersuchungen, den feineren Bau des Centralnervensystems betreffend. Sitzungsber. d. Würzb. phys.-med. Ges. X. Sitzg. vom 2. Mai 1887

51. —— Die Untersuchungen von Golgi etc. Anat. Anz. II. 1887. Nr. 15. S. 480.

52. —— Zur feineren Anatomie des Nervensystems. I. Das Kleinhirn. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 49. Heft 4. 1889. II. Das Rückenmark. Ebenda. Bd. 51. Heft 1. 1890.

53. —— Über die erste Entwickelung des Nerv. olf. Würzb. Verhdlgn. XIV. Sitzg. 12. Juli 1890.

54. —— Vortrag auf der Anatomen-Versammlung in München. Vorhdlgn. d. anat. Ges. V. Anat. Anz. 1891.

55. —— Über den feineren Bau des Bulbus olf. Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. 1892. Nr. 1. S. 1—5.

56. —— Über den Fornix longus von Forel und die Riechstrahlung im Gehirne des Kaninchens. Sep.-Abdr. aus d. Verhdlgn. d. Anat. Ges. auf der 8. Vers. in Straßburg 13.—16. Mai 1894. Jena, Fischer, 1894. S. 45—52.

57. Köppen, Zur Anatomie des Eidechsengehirnes. Morpholog. Arbeiten, herausgegeben von Schwalbe.

58. Kupfer, G., De Cornu Ammonis textura. Diss. inaug. Dorpat 1859.

59. Leydig, Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie. 1852. S. 34.
60. Marchand, F., Über die Entwickelung des Balkens im menschlichen Gehirn. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 37.
61. Martinotti, Contributo allo studio della corteccia cerebrale ed all' origine dei nervi. Annali di freniatria e scienze affini del R. Manicomio di Torino 1889. cf. dieselbe Arbeit in Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. 1890. Bd. VII. 2. Heft. S. 69.
62. Meynert, Th., Bau der Großhirnrinde. Neuwied u. Leipzig 1869. S. 49.
63. —— Vom Gehirn der Säugetiere. Stricker's Handbuch. 1872. Cap. XXXI. 4) Ammonsformation. S. 711—714. 5) Formation d. Bulbus olf. S. 714—723.
64. —— Der Bau der Großhirnrinde u. seine örtl. Verschiedenheiten, nebst einem pathol.-anat. Coroll. Sep.-Abdr. a. d. Vierteljahrsschr. f. Psychol. u. s. w. 1872.
65. Mihalkovicz, v., Entwickelungsgeschichte des Gehirns. Leipzig 1877.
66. Obersteiner, Ursprung und centrale Verbindungen der Riechnerven. Biol. Centralblatt. II. 1882—83. S. 464—468.
67. —— Anleitung zum Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Wien u. Leipzig 1892. N. F. S. 341—351.
68. Owsiannikow, Über die feinere Structur der lobi olf. der Säugetiere. Arch. f. Anat. u. Phys. etc. 1860. S. 419—477.
69. Oyarzun, Über den feineren Bau des Vorderhirns der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 35.
70. Rabl-Rückhard, Über das Vorkommen eines Fornixrudimentes bei Reptilien. Zoolog. Anz. 1881.
71. Sala, L., Contribut. allo studio dell. fin. anat. del grande pede d'ippocampo. Arch. p. le scienz. med. Vol. 15. 1891.
72. —— Zur feineren Anatomie des großen Seepferdefußes. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1891. Bd. 52. S. 18—46.
73. Schaffer, K., Beitrag zur Histologie der Ammonsformation. Arch. f. mikr. Anat. 1892. Bd. 39. S. 611—632.
74. Schwalbe, Neurologie. 1881.
75. Spitzka, Journal of nervous and mental diseases. 1880 u. Science 1880.
76. Stieda, Studien über das centrale Nervensystem der Vögel und Säugetiere. Leipzig 1868.
77. —— Studien über das centrale Nervensystem der Wirbeltiere. Leipzig 1870.
78. Syrmington, The cerebral comissures in the Marsupiaglia and Monotremata. Read of the british Associat. Edinburgh. 1892.
79. Toldt, G., Gewebelehre. 3. Aufl. Mit einer topograph. Darstellung des Faserverlaufs im Centralnervensystem v. Prof. O. Kahler in Prag. Stuttg., Enke, 1888.
80. Trolard, Appareil central de l'olfaction. Soc. de Biolog. No. 37. 1889.
81. —— Apparoil nerveux de l'olfaction. Archives de Neurolog. Bd. XXII. 1890.
82. Waldeyer, Über einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems. 1891. S. 41.
83. Walter, Über den feineren Bau des Bulbus olfact. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. Bd. 22. 1861. S. 241—259.
84. Zuckerkandl, E., Über das Riechcentrum, eine vergleichend-anatom. Studie. Stuttgart 1887.
85. —— Das Riechbündel des Ammonshornes. Anat. Anz. III. Nr. 15. 1888. S. 425—434.

# Register.

(Im Register wurde Anhang III nicht berücksichtigt.)

**B.**



**C.**

## Q.



## R.



## S.

## T.

---

## Berichtigungen.

Seite 17 Zeile 16 lies »Isobutyltoluol« statt »Isobutylloluen«.
- 75 - 22 ist zu lesen: »in seiner schönen Abhandlung über den Geschmackssinn hervorhebt«.
Auf Zeile 23 soll »hervorgehoben« ausfallen.
- 99 - 21 lies »eine indirecte« statt »ein eindirecte«.
- 160 - 2 ist zu lesen: »Es zeigt sich daher« statt »Es scheint daher«.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

